



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais



DISSERTAÇÃO

MATURAÇÃO DE FRUTOS E SALINIDADE NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.)

Miguel Avelino Barbosa Neto

**Areia, Paraíba
2018**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**MATURAÇÃO DE FRUTOS E SALINIDADE NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P.
DC.)**

MIGUEL AVELINO BARBOSA NETO

Sob a Orientação da Professora
Riselane de Lucena Alcântara Bruno

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - *Campus II*, Areia - PB, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Areia, Paraíba
2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N469m Barbosa Neto, Miguel Avelino.
MATURAÇÃO DE FRUTOS E SALINIDADE NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MANDACARU (*Cereus jamacaru*
P. DC.) / Miguel Avelino Barbosa Neto. - Areia, 2018.
73 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Cactaceae, Salinidade, Semiárido. I. Título

UFPB/CCA-AREIA

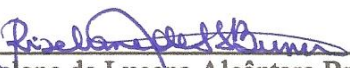
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

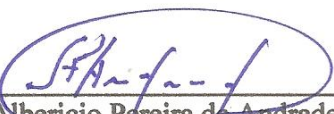
**MATURAÇÃO DE FRUTOS E SALINIDADE NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.)**

Como parte das exigências para obtenção do título em MESTRE em AGRONOMIA
(Agricultura Tropical) pela comissão examinadora:


Aprovado em: 27 de Fevereiro de 2018



Prof^a. Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno-UFPB/CCA
(Orientador-Presidente)



Prof^o. Dr^o. Albericio Pereira de Andrade-UFPB/CCA
(Examinador)



Prof^o. Dr^o. Alex da Silva Barbosa-UFPB/CCHSA
(Examinador)

Areia, Paraíba
2018

Aos meus amados pais:
Jacinto Avelino Barbosa e Maria Izeuma Soares Barbosa;
Aos meus Irmãos:
Ana Jessica Soares Barbosa e Geraldo Soares do Nascimento Neto;
Aos meus avós: Miguel Avelino Barbosa e Maria de Lourdes Bezerra
(In memoriam) Geraldo Soares do Nascimento e Luzia dos Santos Soares
(In memoriam);
Ao meu grande amor:
Dayane Mara Costa
Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom maravilhoso da vida e por ter me dado a oportunidade de viver mais alguns dias ao lado dos meus pais e amigos, pois ao lembrar os momentos mais críticos da minha vida quando não acreditava mais, ele me poupou a vida, agradeço pela força na hora do desespero, mostrando-me o verdadeiro sentido da vida, ou pelo menos o que realmente é importante nela.

À Universidade Federal da Paraíba campus de Areia, PB junto ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de estudo.

Agradeço a todos os professores em especial aos do departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, a professora Dr^a Edna Ursulino Alves pela paciência e compreensão todas as vezes que precisei de sua ajuda, ao professor Dr^o Walter Efraim Pereira, Dr^o Ítalo de Souza Aquino, ao professor Dr^o Jacob Silva Solto, a professora Dr^a Silvana Melo, a professora Dr^a Luciana Cordeiro que se dedicam com veemência a profissão cumprindo com louvor o grande desafio de lecionar.

A minha professora e orientadora Dr^a Riselane de Lucena Alcântara Bruno por me guiar em minha jornada acadêmica durante minha formação de mestre, meu muito obrigado. Ao professor Dr^o Alberício Pereira de Andrade que foi um pai, e também pelos grandes ensinamentos e pela sua imensa contribuição nesse trabalho e partilha de conhecimentos, obrigado por tudo, MESTRE.

E também ao professor Alex da Silva Barbosa o qual aprendi bastante com seus ensinamentos, obrigado!

Agradeço aos meus avós, Miguel Avelino Barbosa e Maria de Lourdes Bezerra (in memorian) e Geraldo Soares do Nascimento e Luzia dos Santos Soares, (in memorian) pelos ensinamentos de vida e por viver o pouco de tempo ainda com eles em vida, muito obrigado.

A minha irmã Ana Jessica Soares por ter lutado pela minha vida no momento da doença deixando de lado seus afazeres por mim, muito obrigado minha irmã, te amo. Ao meu irmão Geraldo Soares do Nascimento Neto. Agradeço ao meu tio Jurandir Avelino Barbosa (in memorian), pelos bons momentos que passamos juntos, e onde quer de esteja, estamos com muitas saudades, sei que está torcendo por mim. Agradeço a todos os meus tios e tias, todos os primos e primas que torcem e me ajudam, muito obrigado.

Agradeço de coração ao meu primo Luciano Avelino Barbosa pelos momentos de alegria e pela grande ajuda que tens dado minha pessoa e espero um dia poder retribuir, meu muito obrigado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos e o devido apoio concedido para o desenvolvimento deste trabalho.

A secretária *Eliane Araújo*, por toda atenção dada nos problemas burocráticos. Agradeço de todo meu coração aos meus novos e eternos amigos da pós-graduação e colegas de quarto *Hélio Andrade*, *Anselmo Ferreira*, *Rosinaldo de Sousa*, *Rafael Moraes*. Agradeço de forma especial e que sem sua ajuda e incentivo jamais teria amadurecido profissionalmente, você é uma grande amiga ao qual jamais vou esquecer e serei grato por toda minha vida, *Rosimeire Torres* e também, claro não posso esquecer de *Fátima Queiroz*, muito obrigado pela sua amizade e por poder fazer parte de sua vida.

Agradeço a todo pessoal do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) que estão sempre na produção científica a *Graça*, *Edlannia*, *Lúcia Maurício*, e claro as grandes autarquias, os doutores *Flávio* e *Rosimeire* ao qual me inspiram em meus estudos, admiro o trabalho e a dedicação, parabéns. A todo pessoal que me ajudou em outros aspectos, *Rodrigo Garcia*, *Anderson* e todos os colegas que cursaram as disciplinas junto comigo.

Agradeço também aos colegas *Emanuel da Costa*, *Janailma Lima*, *Mário César*, *Luana*, *Isabela Nunes*, *Arliston Leite*, *Antônio Michael*, *Antônio Missiemário*, *Wenúia Figueiredo*, *Otávio do Carmo*, *Ugor Henrique*, *Dayvid Silva de Oliveira*, agradeço também a todos meus amigos orientandos da professora *Riselane Mayara*, *Samara Deyse*, *Fernando*, *Demétrios*, *Karialane*, ao pessoal do Melhoria Drº *Mailson Monteiro do Rego*, a *Fábio*, *Kaline*, *Michele*, *Criz* e a todos os meus colegas em geral.

Também sou muito grato a *Tainá Weida* que me socorreu em um momento muito crítico de minha vida, e claro não posso deixar de falar do grande amor de minha vida *Dayane Mara Costa* que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis de minha vida me ajudou de forma que jamais poderei retribuir, eu te amo.

A todos as pessoas que contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal deixo aqui neste singelo papel um imenso sentimento de gratidão...

*Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar
que somos pérolas únicas no teatro da vida e
entender que não existem pessoas de sucesso ou
pessoas fracassadas. O que existe são pessoas que
lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.*

Augusto Cury

BARBOSA NETO, M. A. **MATURAÇÃO DE FRUTOS E SALINIDADE NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MANDACARU** (*Cereus jamacaru* P. DC.). Areia, Paraíba, Brasil. 2018. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

RESUMO GERAL

O consumo de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru*) *in natura* é quase que inexistente, mesmo o fruto possuindo benefícios para a saúde e nutrição humana, servindo na maior parte para alimentação animal nas épocas de seca prolongada; trabalhos que configurem os estágios ideais de colheita desses frutos podem servir de subsídios para serem utilizados na culinária futuramente. Além disso, a ocorrência dessa espécie é difusa, desde o litoral até as zonas de mata de caatinga, localizados no alto sertão, nascendo no campo sem qualquer trato cultural, suportando ambientes xéricos, com altas temperaturas, solo rasos, umidade e salinidade. Diante disso, este trabalho foi dividido em dois capítulos: *i*) o primeiro teve por objetivo estudar a qualidade física e fisiológica das sementes de *Cereus jamacaru* nos diferentes estágios de coloração; e *ii*) no segundo capítulo objetivou-se avaliar o efeito da salinidade na qualidade fisiológica de sementes de mandacaru oriundas de três áreas do Agreste paraibano. No primeiro capítulo foram selecionadas duas áreas (Tacima, PB e Bananeiras, PB) de Caatinga; os indivíduos foram colhidos aleatoriamente em 5 estágios de coloração (1. Verde; 2. Verde com roxo; 3. Amarelo com roxo; 4. Vermelho com roxo e 5. Roxo predominante); nos dados biométricos foram avaliados o peso (g), comprimento (cm), diâmetro (cm), massa de polpa (g), massa de polpa com semente (g) e massa seca de frutos (g); na qualidade fisiológica foi avaliada a Germinação (g%), Primeira contagem (g%), Comprimento de plântula (cm), Massa fresca de plântula (g), Massa seca (g) e Umidade de sementes (%). De acordo com os resultados verifica-se que as sementes procedentes de Bananeiras, PB mostram-se mais vigorosas (primeira contagem de germinação) em todos os estágios de maturação; o estágio 5 de maturação, com a predominância de frutos de coloração roxa, é o indicado para a colheita em ambas as áreas, pois as sementes apresentam maior qualidade fisiológica. No segundo capítulo, as variáveis avaliadas foram: Germinação, Primeira contagem de germinação, Índice de velocidade de germinação, Tempo médio de Germinação, Comprimento de Plântulas, Massa fresca de plântulas, Massa seca de plântulas e Conteúdo relativo de água. Nas áreas de Tacima, Bananeiras e Remígio, estado da Paraíba, os frutos foram colhidos em estágio de maturação 5 (roxo predominante) e submetidos a 8 níveis de concentração salina, em solução de NaCl^+ (0,01; 0,5; 1,5; 2; 2,5; 3; 4 e 5 CE dS m^{-1}). Com base nos resultados, a salinidade não afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes nas respectivas concentrações salinas obtendo-se, em todas as áreas, germinação acima de 70%, essa persistência à ambientes salinos denota uma halotolerância da espécie de *C. jamacaru*.

Palavras-chave: Cactaceae, Salinidade, Semiárido

BARBOSA NETO, M. A. **MATURATION OF FRUITS AND SALINITY IN THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF MANDACARU SEEDS** (*Cereus jamacaru* P. DC.). Areia, Paraíba, Brazil. 2018. 73f. Dissertation (Master in Agronomy). Center of Agrarian Sciences of the Federal University of Paraíba, Brazil.

GENERAL ABSTRACT

The consumption of mandacaru fruits (*Cereus jamacaru*) in natura is almost non-existent, even the fruit having benefits for human health and nutrition, serving mostly for animal feed in times of prolonged drought; works that configure the ideal stages of harvesting these fruits can serve as subsidies to be used in cooking in the future. In addition, the occurrence of this species is diffuse, from the coast to the zones of forest of Caatinga, located in the high Sertão, being born in the field without any cultural treatment, supporting xeric environments, with high temperatures, shallow soil, humidity and salinity. Therefore, this work was divided into two chapters: *i*) the first one had the objective to study the physical and physiological quality of the seeds of *Cereus jamacaru* in the different staging stages; end *ii*) in the second chapter the objective was to evaluate the effect of salinity on the physiological quality of mandacaru seeds from three areas of the Agreste region of Paraíba. In the first chapter were selected two areas (Tacima, PB and Bananeiras, PB) of Caatinga; the individuals were randomly collected in 5 staining stages (1. Green 2. Green with purple 3. Yellow with purple 4. Red with purple 5. Predominant purple); In the biometric data the weight (g), length (cm), diameter (cm), pulp mass (g), seed mass (g) and fruit dry mass (g) were evaluated; (g), germination (g%), seedling length (cm), fresh seedling mass (g), dry mass (g) and seed moisture content (%). According to the results it is verified that the seeds coming from Bananeiras, PB show to be more vigorous (first germination count) in all stages of maturation; the maturation stage 5, with the predominance of purple fruits, is indicated for harvesting in both areas, as the seeds present higher physiological quality. In the second chapter, the evaluated variables were: Germination, First germination count, Germination speed index, Average germination time, Seedling length, Fresh seedling mass, Seedling dry matter and Relative water content. In the areas of Tacima, Bananeiras and Remígio, state of Paraíba, fruits were harvested at maturation stage 5 (predominant purple) and submitted to 8 levels of saline concentration in NaCl^+ (0,01; 0,5; 1,5; 2; 2,5; 3; 4 e 5 CE dS m^{-1}). Based on the results, the salinity does not negatively affect the physiological quality of the seeds in the respective salt concentrations obtaining in all areas, germination above 70%, this persistence in saline environments denotes a halotolerance of *C. jamacaru* species.

Key words: Cactaceae, Salinity, Semi-arid

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) COLHIDOS EM DUAS MESORREGIÕES DO AGRESTE DA PARAÍBA, BRASIL

Figura 1. Localização geográfica das áreas de coleta dos frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) (*Cactaceae*) em dois municípios do agreste do estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.....24

Figura 2. Frutos de *Cereus jamacaru* colhidos nas áreas de Caatinga de Tacima e Bananeiras, Estado da Paraíba. (E1) - Verde; (E2) – Verde com Roxo; (E3) – Amarelo com Roxo; (E4) – Vermelha com Roxo e (E5) – Roxo predominante.....25

Figura 3. Comprimento de Frutos (cm) (A); Diâmetro de frutos (cm) (B); Massa Total (g) (C); Massa de Polpa com Casca (g) (D); Massa de Sementes com Mucilagem (g) (E); Massa de Sementes (g) (F) de frutos de *C. jamacaru* colhidos em diferentes estágios de maturação em duas populações. Letras minúsculas comparam, em cada população, os diferentes estágios de maturação e letras maiúsculas comparam as duas populações em cada estágio de maturação.....31

Figura 4. Qualidade fisiológica de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) examinados em diferentes estágios de maturação. Germinação (A); Primeira contagem de germinação (B); Comprimento de Plântulas (C); Massa Fresca de Plântulas (D); Massa Seca de Plântulas (E); Umidade de Sementes (F). Letras minúsculas comparam, em cada população, os diferentes estágios de maturação e letras maiúsculas comparam as duas populações em cada estágio de maturação.....33

Tabela 1. Descrição dos estágios de maturação dos frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) com base na mudança de coloração da casca, colhidos em duas áreas de caatinga paraibana.....26

Tabela 2. Quadro da análise de variância dos dados de biometria de frutos de (*Cereus jamacaru* P. DC.) colhidos nas áreas de Bananeiras, PB e Tacima, PB.....28

CAPÍTULO II: QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) ASSOCIADA À SALINIDADE DA ÁGUA

Figura 1. Localização geográfica de coleta de frutos de (*Cereus jamacaru* P. DC.). (*Cactaceae*) nos diferentes municípios do agreste do estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.....52

Figura 2. Vegetação da área de Tacima, PB, Fazenda Volta Grande; planta de *Cereus jamacaru* P. DC..... 53

Figura 3. Vegetação da área de caatinga de Bananeiras, PB; planta de (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) a 12km da UFPB campus III.....	53
Figura 4. Vegetação da área de caatinga de Remígio, PB; planta de <i>Cereus jamacaru</i> e <i>Pilosocereus pachycladus</i> ; área localizada a 16km da UFPB campus II, Areia.....	53
Figura 5. Sementes de Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) em papel <i>germitest</i> para acondicionar em BOD a 25°C.....	54
Figura 6. Plântulas de Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) em repouso para determinação de massa túrgida (MF ₂).....	56
Figura 7. Qualidade fisiológica de sementes de Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i>) submetidas a diferentes concentrações salinas diluídas com NaCl ⁺ em três áreas (1= Tacima; 2= Bananeiras e 3= Remígio) A- Germinação (G); B- Primeira contagem de germinação (PCG cm); C- Índice de velocidade de germinação (IVG); D- Tempo médio de germinação (TMG); E- Comprimento de plântula(CPcm); F-Diâmetro de plântulas (DPcm); G-Massa fresca de plântulas (MFP); H- Massa seca de plântulas (MSP); I- Umidade de plântulas (UP %); J- Conteúdo relativo de água (CRA %)......	58
Figura 8. Plântulas de (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) após serem submetidas a oito níveis de concentrações salinas.....	64

Sumário	
RESUMO GERAL	VIII
GENERAL ABSTRACT	IX
1 Introdução Geral	1
2 Revisão Bibliográfica	2
2.1 Bioma Caatinga.....	2
2.2 Família Cactaceae	3
2.3 Importância das cactáceas e Uso do Mandacaru.....	4
2.4 Fisiologia do Desenvolvimento dos Frutos.....	7
2.5 Salinidade e Semiárido	8
2.6 Qualidade fisiológica de sementes	9
3 Referências Bibliográficas.....	10
CAPÍTULO I.....	19
Caracterização de Frutos de Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) colhidos em duas Mesorregiões do Agreste da Paraíba, Brasil.....	19
1 Introdução.....	22
2 Material e Métodos.....	24
2.1 Características das áreas de coleta dos frutos	24
2.2 Biometria dos frutos.....	25
2.3 Teste de Germinação (G)	26
2.4 Primeira contagem de germinação (PCG)	26
2.5 Comprimento de plântulas (CP).....	26
2.6 Massa seca de plântulas (MSPL)	26
3 Resultados e Discussão.....	28
4 Conclusão	39
5 Referências Bibliográficas.....	40
CAPÍTULO II.....	47
Qualidade fisiológica de sementes de Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) associada à salinidade da água.....	47
1 Introdução.....	50
2. Material e Métodos.....	52
2.1 Caracterização dos locais de pesquisa	52
2.2 Delineamento experimental	54
2.3 Teste de Germinação (G)	54

2.4 Primeira contagem de germinação (PCG)	55
2.5 Índice de velocidade de germinação (IVG)	55
2.6 Tempo médio de germinação (TMG)	55
2.7 Comprimento de plântulas (CP).....	55
2.8 Massa seca de plântulas (MSPL)	56
2.9 Conteúdo Relativo de Água (CRA)	56
2.10 Análise estatística.....	57
3 Resultados e discussão.....	57
4 Conclusão	67
5 Referências	68

1 Introdução Geral

O Brasil é relativamente extenso em território (8.516.000 km²), mais da metade é recoberto por zona Semiárida; o Semiárido brasileiro apresenta variações no grau de aridez edafoclimáticas, em geral, estão associadas à distância do litoral (mar), à altitude, à geomorfologia, ao nível de dissecação do relevo, à declividade e à posição da vertente em relação à direção dos ventos, à profundidade e composição física e química dos solos, com baixa precipitação anual que torna os solos com níveis elevados de sais (ANDRADE-LIMA et al., 1957).

A salinidade dos solos é um problema mundial, cerca de 6% dos solos do mundo possuem teores de sal acima da média, inapropriados para a agricultura; 20% das terras irrigadas tornam-se inférteis, quando há elevação dos níveis de água no solo ou pela água de irrigação ser inapropriada, obrigando os produtores a abandonarem as áreas (ORTEGA, 2006).

A alternativa para aproveitar as áreas salinizadas pode residir no cultivo de plantas tolerantes à salinidade; dentre elas temos as cactáceas que são uma família eclética de plantas, mais de 125 gêneros e 2000 espécies no mundo. O Brasil é o terceiro maior centro de diversidade de cactáceas com cerca de 35 gêneros e 237 espécies dos quais 24 são encontrados na região Nordeste (ORTEGA-BAES; GODÍNEZ-ÁLVAREZ, 2006).

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) cactaceae típica do semiárido nordestino do Brasil, tem potencial para ser utilizada como lavoura xerófila em áreas salinas no nordeste, possuindo adaptações à seca e tolerância à salinidade. Utilizada como forrageira em épocas de escassez de água (SILVA et al., 2009) contudo, os frutos apresentam características e propriedades nutricionais que os torna de grande valor para alimentação humana.

Estudos *in loco* do ponto de colheita baseados na coloração de *Cereus jamacaru* são pouco relatados, principalmente no que tange ao incentivo de consumo na região do Curimataú paraibano; a determinação do ponto de colheita dos frutos e das sementes, da análise da qualidade fisiológica em condições salinas, são importantes, uma vez que a espécie habita regiões de solos salinos, sendo necessário estimar descritores de tolerância a salinidade e a produção de dados que subsidiem programas de conservação e manejo.

Informações sobre propagação são fundamentais para consolidação e obtenção de frutos e sementes de qualidade; determinar o ponto de colheita e maturidade fisiológica das sementes de *Cereus jamacaru*, é fundamental para reduzir as perdas na dispersão natural dos frutos.

O trabalho foi dividido em dois capítulos: o primeiro (*i*) está centrado na investigação biométrica dos frutos e germinação das sementes em diferentes estágios de maturação para determinação do ponto de colheita; o segundo (*ii*) refere-se a qualidade fisiológica das sementes de *Cereus jamacaru* submetidas ao estresse salino e verificar possível halotolerância destas.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Bioma Caatinga

De origem Tupi-Guarani, Caatinga significa floresta branca devido o aspecto da vegetação nos períodos de seca causado pela queda das folhas (PRADO, 2003). Bioma exclusivo do Brasil compreende uma área de aproximadamente 734.478 km², inclui os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe, Minas Gerais, incluindo o rio São Francisco (PRADO, 2003; MMA, 2007). Caracterizado por espécies lenhosas e herbáceas, algumas dotadas de espinhos, a maioria caducifólia, constituídas também de cactáceas e bromeliáceas, 180 endêmicas com frequência e dominância controladas pelos efeitos do clima; as *Cactaceae*s são tipicamente encontradas neste domínio (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2001; FABRICANTE; ANDRADE, 2007; MMA, 2007).

Denominadas plantas xerófilas, ou lavouras xerófilas, caracterizam-se por apresentar persistência à escassez de água fugindo aos efeitos da deficiência hídrica; são classificadas de três formas: Plantas efêmeras, as que possuem um ciclo vegetativo curto, podem levar semanas ou alguns meses para crescer, sua altura pode chegar até 1m, dependendo da disponibilidade de chuvas durante o ano. As plantas suculentas caracterizam-se por seus caules e folhas carnosas com tecido aquoso e cutículas cerosas capaz de diminuir a transpiração, possuindo estômatos protegidos e as lenhosas xerófilas, caracterizam-se por árvores e arbustos de vida longa e estrutura celulósica bem desenvolvida, folhas caducas no verão, porém, algumas, apresentam folhas permanentes, com camadas suberosas isolantes para proteção do calor solar, e raízes profundas para captar água e nutrientes (DUQUE, 2004).

A vegetação do semiárido apresenta desenvolvimento diferenciado, associado às características edafoclimáticas (NOY-MEIR, 1973), nos períodos secos, essas plantas perdem suas folhas, porém ao cair das primeiras chuvas, voltam ao seu estado natural, dinâmica conhecida como “pulsos de precipitação”.

Existem quatro motivos pelos quais há problemas de disponibilidade hídrica na caatinga; para a formação das chuvas é necessário que um sistema complexo trabalhe em conjunto, dependendo de frentes provenientes de vários quadrantes; as nuvens carregadas à medida que vão adentrando no semiárido perdem suas forças, resultando em chuvas sem curso definido, concentradas em poucos meses do ano. A geografia dos relevos e montanhas interceptam as frentes mais úmidas recebendo mais chuvas em seu entorno (NOY-MEIR, 1973), o escoamento rápido das águas deixam o solo mais seco formando pequenos lagos e rios armazenando água de forma temporária. Os solos variam em textura, profundidade e capacidade de retenção de água (GARIGLIO et al., 2010).

Este bioma tem recebido mais atenção, sobretudo na fauna e flora, incluindo áreas preservadas e número expressivo de táxons raros e endêmicos (CRUZ, 2006). As ações antrópicas, resultaram em modificações nas formas vegetais, ocasionando alteração principalmente nas terras baixas, contendo variedades de espécies com números expressivos de regenerantes (GIULIETTI et al., 2004). Essa diversidade desempenha funções ecológicas, econômicas e sociais para a região, refletindo também na manutenção das interações tróficas entre as espécies existentes e assumindo um papel de sustentabilidade para o nordeste brasileiro (BARBOSA, 2011).

2.2 Família Cactaceae

Os primeiros relatos sobre as cactáceas datam do tempo das grandes navegações no século XV, na chegada dos espanhóis ao continente americano; os primeiros povos a utilizarem essas plantas foram os ameríndios no caribe, sendo usados como cura, vinificação, defesa e fonte de corantes, relatados no século XVI por Gonzalo Fernández (ANDERSON, 2001). No México, atualmente, são utilizadas na culinária, no preparo de saladas, constituindo uma importante fonte sócio-econômica (BARBOSA, 2011).

As cactáceas são nativas do continente americano, exceto as epífitas *Rhipsalis baccifera*, existente em Madagascar, Ilhas do Oceano Índico e Sri Lanka, frequentemente, são confundidas com algumas espécies de euforbiáceas suculentas, estas são nativas do velho mundo tendo uma diferença quanto a floração em relação à família; as flores das

cactáceas são “solitárias” com sépalas e pétalas, tendo sua base em formato de auréola (ANDERSON, 2001).

Sua família é eclética, a diversidade de características é expressa em termos anatômicos, fisiológicos, morfológicos e adaptativos. O Brasil é o terceiro maior centro de diversidade de *cactaceas* com cerca de 200 espécies, sendo portador da maior biodiversidade do mundo; o desmatamento para utilização de áreas economicamente ativas e extração de plantas causa perdas quanto à oportunidade de utilização e estudo dessas plantas (SOUZA et al., 2005).

Dividem-se em quatro subfamílias, dentre elas: *Maihuenioideae*, *Pereskioideae*, *Opuntioideae* e *Cactoideae*, esta última, *Cactaceae*, conta com 124 gêneros e aproximadamente 1.440 espécies de distribuição quase exclusivamente neotropical, (HUNT et al., 2006); no Brasil foram registrados, cerca de 37 gêneros, 223 espécies, dentre estas 174 endêmicas, 80 subespécies endêmicas (ZAPPI et al., 2013) possuindo, segundo Eduwards et al., (2005) aproximadamente 120 gêneros e 1.428 espécies no mundo. O estado do Ceará é uma região que possui considerável variedade de cactáceas; Menezes et al., (2013) realizaram levantamento taxonômico de espécies de cactáceas nesta região, sendo registrados 12 gêneros e 24 táxons dentre estas o *Hylocereus setaceus*, *Melocactus oreas* subsp. *oreas*, *Cereus albicaulis* e o *Cereus jamacaru* P. DC.

Nesta família de plantas, são encontradas espécies tanto rasteiras como arbóreas; sua diversidade se expressa em várias características; podem ser notadas com facilidade ao longo das margens das estradas, sobretudo, nos municípios nordestinos, destacando-se como fonte de renda ornamental, forrageiro e medicinal; sua eficácia é comprovada empiricamente pelos sertanejos que a utilizam (CASTRO, 2008).

As cactáceas são plantas perenes e suculentas, geralmente áfilas com aréolas gemas axilares modificadas com ramos curtos e comprimidos. O caule possui forma cilíndrica, achatada, sendo em sua maioria sem folhas, de modo geral modificada em espinhos; os frutos podem ser suculentos ou secos, nus ou com aréolas pilosas com numerosas sementes (MACHADO, 2009). As cactáceas têm importância no contexto ornamental, além de muitas espécies serem adicionadas na alimentação e na medicina popular (ANDERSON, 2001; ANDRADE et al., 2006), porém, as cactáceas vem sofrendo uma redução resultante da ação humana.

2.3 Importância das cactáceas e Uso do Mandacaru

As cactáceas são plantas economicamente viáveis pela sua variedade de formas; são fáceis de cultivar, não exigem tratos culturais, pouca rega, possuem adaptações para climas secos, sendo de interesse alimentar, ornamental, paisagístico e fitoterápico (BARBOSA, 2011). Há uma procura considerável por essas plantas no cenário atual; tem gerado emprego e renda, haja vista que no cultivo com alta produtividade, há necessariamente o uso de mão-de-obra nas operações de confecção de mudas, transplante e colheita (TAKANE et al., 2009).

Investigações a respeito do uso das cactáceas na alimentação animal é comumente realizado; Silva et al., (2005) tentaram avaliar a substituição do Xique xique (*Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum.) em silagens de sorgo na dietas de vacas pardo suíça, porém não houve efeito significativo nas variáveis analisadas como matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e dos carboidratos totais (SILVA et al., 2005). Entretanto, Cavalcanti e Resende (S.D.) observaram que o ganho de peso em gado caprino (idade entre 18 e 24 meses) alimentados com a mesma espécie de cacto num período de 60 dias, foi significativo com ganho de peso em média de 3,72 kg quando comparados aos animais que não receberam nenhum suplemento.

Algumas espécies de cactos já são consumidos “*in natura*” pela população local nativa do sul do Brasil, como a *Cereus hildmannianus* K. Schum conhecido popularmente como “tuna”, ou a pitaia (*Hylocereus* sp.), foco de pesquisas na área de melhoramento genético dessas espécies afim de diversificar o produto oferecido no mercado (SILVA, 2014). Silva et al., (2010) ao investigarem o Xiquexique (*P. gounellei*) e Mandacaru (*C. jamacaru*) junto com os fenos de flor-de-seda (*Calotropis procera*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) não obtiveram diferenças na produção e nas características físico-químicas do leite produzido, sendo adequados pela legislação para a produção do produto integral.

O *Cereus jamacaru* P. DC, conhecido como mandacaru é uma cactácea nativa adaptada ao clima semiárido de importância no âmbito da conservação do bioma caatinga. Nos últimos anos, esta espécie tem sido muito evidenciada no seu contexto florístico (ROCHA et al., 2002; LUCENA et al., 2015; SANTOS et al., 2015; BARBOSA et al., 2017), farmacológico (SALES et al., 2006; MESSIAS et al., 2010; LIMA 2016), dentre outros.

O gênero abrange parte do nordeste do Brasil, estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Bahia, Sergipe e Minas Gerais localizada entre os domínios geográficos de caatinga e cerrado (ARRUDA et al., 2005;

FABRICANTE et al., 2010; BARBOSA 2011; BARBOSA et al., 2017). Esta espécie também é muito utilizada na alimentação animal nos períodos de estiagem (ARRUDA et al., 2005; CAVALCANTI; RESENDE, 2006), possui raízes não suculentas ao contrário do caule, sendo ramificadas, acima do nível do solo contendo ramos eretos.

Para Silva et al., (2007) as cactáceas são pobres em proteína e abundantes em água, porém o Mandacaru (*Cereus jamacaru*) possui percentagens de proteína bruta em torno de 8,17%, atingindo o requerimento mínimo de proteína para proliferação de microorganismos do rúmen dos animais, além disso observaram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de *C. jamacaru*, (73,54%) obtendo bom valor nutricional quando comparada a outras espécies forrageiras.

As espécies mais conhecidas de cactos utilizadas pela população são do gênero *Cereus*: *Cereus adeemani*, *Cereus bicolor*, *Cereus comarapanus*, *Cereus friccie*, *Cereus jamacaru*, *Cereus hildmannianus*, *Cereus repandus*, *Cereus trigonodendron* e *Cereus vargasianus* (DAVET, 2005). As espécies mais encontradas na região Nordeste é o *Cereus jamacaru* De Candolle, utilizada pela população da região, para cura e amenização de doenças (ROCHA et al., 2002). Para Oliveira et al., (2010) o estudo de plantas medicinais destaca-se pela sua eficácia comprovada empiricamente e pelo baixo custo de aquisição, tornando-se alvo de pesquisas científicas.

Os fitoterápicos são medicamentos produzidos a base de plantas retiradas do campo e processadas de modo caseiro, usadas no tratamento e na prevenção de doenças. Algumas cactáceas também são eficazes contra as consequências de doenças como a diabetes, evidenciado pela presença de saponinas (CRUSE, 1973). Suas flores são ricas em flavonoides e antocianinas diversas, usadas no tratamento de doenças de caráter inflamatório, mais especificamente as que atingem as mucosas como a vaginite (MOORE, 1989).

O mandacaru (*Cereus jamacaru*) é considerado um fitoterápico poderoso usado empiricamente no tratamento de doenças como Sífilis, diabetes, cálculos vesiculares, problemas na uretra e anti-inflamatório (GONDIM et al., 2013; ALVES et al., 2016), além disso, o cultivo destas plantas gera uma cadeia de produção satisfatória desde o pequeno produtor até o produto manufaturado. Por se tratar de uma planta típica do Nordeste, merece atenção principalmente em seu âmbito fenológico e germinativo, tais informações possibilitarão uma série de conhecimentos dessa espécie adaptada à região Semiárida nordestina, podendo contribuir como alternativa agrícola e socioeconômica, além de fornecer subsídios para pesquisas futuras.

2.4 Fisiologia do Desenvolvimento dos Frutos

O “fruto” do latim *fructus* significa fruto, proveitoso é o produto da terra que pode ser consumido pelo homem ou por animais; sua parte comestível e carnosa é denominada fruta; no sentido botânico, o “fruto” é o resultado do desenvolvimento do ovário das flores em decorrência da fecundação dos óvulos que a contém, dando início também a formação das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O desenvolvimento fisiológico dos frutos depende necessariamente da planta mãe, ainda na sequência de reações da fotossíntese realizado nas folhas, durante esse processo ocorrem diversas reações bioquímicas causando mudanças no aspecto do fruto, dentre essas a modificação na coloração; a absorção de água e a produção de hormônios nos tecidos regulam os processos de amadurecimento dos frutos (LUCENA, 2006); seu crescimento compreende a fase de divisão e expansão celular, com duração variável (SASS, 1993); a divisão celular predomina na primeira fase do desenvolvimento dos frutos, seguido pela expansão celular, a primeira, cessa gradualmente durante a antese ao mesmo tempo, a expansão toma parte da última fase de desenvolvimento (HULME, 1970).

Em frutos jovens, os componentes da parede celular são delgados, contendo uma quantidade de material, pécico; na expansão celular, esse material distancia-se formando espaços intercelulares delimitados pela lamela média; o volume do vacúolo aumenta pela captação de água, ao mesmo tempo há produção de carboidratos e ácidos orgânicos produzidos nas folhas e translocados (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Embora as mudanças na textura pareçam correlacionar-se apenas com solubilização da pectina, a ligação dos glicanos e a perda de açúcares neutros está mais relacionada a maturidade dos frutos que propriamente as pectinas (KYRIACOU et al., 2016), Além disso, cactáceas de mesmo gênero, apresentam características biométricas e físico-químicas distintas, (MÉNDEZ et al., 2015) sobretudo do gênero *Opuntia*.

Os frutos de *Cereus jamacaru* possuem cores que variam de alaranjada a vermelha, com polpa mucilagínosa de cor branca, odor suave e sabor adocicado; a espécie *C. jamacaru* apresenta caule fotossintetizante e um sistema radicular capaz de proporcionar uma ligeira absorção de água, seguida de um longo período de seca, essas adaptações, funcionam adequadamente aos locais de propagação da espécie (TAYLOR; ZAPPI, 2004). Seus frutos são fontes importantes de micronutrientes para a saúde, segundo Melo et al., (2017) esses frutos apresentam elevado rendimento de polpa quando maduros, com cor vermelha predominante, aumentando a variação de sólidos solúveis e pH, ao passo que

parâmetros de acidez, estabilizam-se ao final da maturação, constituindo-se de polifenóis em todos os estágios de maturação com atividades antioxidantes essenciais para o consumo e bem estar humano.

2.5 Salinidade e Semiárido

Segundo Farias (2008) regiões áridas e semiáridas constituem cerca de 33% da superfície da terra; o Brasil apresenta uma porção de terras com solos jovens pouco profundos em áreas que possuem evapotranspiração elevada superando a precipitação (COELHO et al., 2014); tais condições favorecem a formação de solos salinos, à medida que o sal não é lixiviado, acumula-se em quantidades no solo prejudicando o desenvolvimento das plantas (RIBEIRO, 2010). Lima Júnior e Silva (2010) apontam que os solos das regiões áridas são salinos por natureza, sem que haja nenhuma intervenção humana; estes apresentam instabilidade dos agregados, além de demonstrarem características como reduzida permeabilidade e condutividade hidráulica.

O uso indiscriminado da água de irrigação nos sistemas de produção aumenta consideravelmente a formação de solos salinos e sódicos, fazendo com que os sais não lixiviados acumulem-se em quantidade prejudiciais ao desenvolvimento da planta degradando os solos (SILVA 2004; RIBEIRO, 2010). Fatores como o tipo de solo em formação, precipitação pluviométrica, intemperismo, sais fósseis e a atividade antropomórfica como a utilização da água de irrigação, em condições salinas são por consequência agentes precursores da formação de solos salinos (BOHN et al., 1985; QUEIROZ et al., 1997; HOLANDA et al., 2007).

O impacto da salinidade intensifica-se nessas áreas devido à dependência da irrigação para a manutenção adequada da água nas culturas; fatores como elevação do lençol freático que se acumula com o excesso de rega, não sendo drenado de maneira suficiente, aumenta o acúmulo de sais (FREIRE, 2012). Porém, esse fenômeno ao longo do tempo, ocorreu de forma natural; com o intemperismo das rochas parentais, há liberação de sais de vários tipos principalmente cloreto de sódio, cálcio e Magnésio, sendo o primeiro, o mais solúvel e abundante sal liberado (MUNNS; TESTER, 2008).

Richards (1980) classificou a salinidade da água em baixa ($0,10$ a $0,25 \text{ dS m}^{-1}$), média ($0,25$ a $0,75 \text{ dS m}^{-1}$), alta ($0,75$ a $2,25 \text{ dS m}^{-1}$) e muito alta (acima de $2,25 \text{ dS m}^{-1}$). Para Costa et al., (2006) relatam que a condutividade elétrica é a variável de melhor define a salinidade da água. Essa relação foi expressa em algumas unidades distintas, porém Silva

et al., (2013) correlacionaram valores de Concentração Molar, Potencial Osmótico e Condutividade Elétrica, a fim de padronizar tais unidades.

Um solo é considerado salino quando as quantidades de sais presentes nele prejudica o desenvolvimento das plantas (HOLANDA et al., 2010), na maioria das culturas a salinização ocorre quando a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) encontra-se na faixa de 2 (dS m⁻¹). Todavia, as culturas não apresentam respostas semelhantes à salinidade, algumas conseguem manter sua produtividade, o que remete a seleção de espécimes tolerantes à salinidade que por sua vez poder servir como atividade lucrativa (LIRA, 2016).

2.6 Qualidade fisiológica de sementes

A qualidade fisiológica de uma semente é caracterizada pelo desempenho de funções como vigor, germinação e longevidade, entretanto, a diminuição da qualidade fisiológica pode ocasionar problemas de irregularidade do tamanho de plântulas, matéria seca e até área foliar, por isso, alguns fatores são cruciais para o desempenho da germinação de sementes, como a quantidade adequada da água, oxigênio, temperatura, luz, o primeiro destaca-se como fator crucial para germinação (MURPHY, 2017).

As condições ambientais tem influência sobre a fisiologia das sementes, porém, o genótipo, desempenha importantes funções na qualidade fisiológica das sementes dando-lhes caracteres intrínsecos do seu material genético; a germinação e o vigor são fatores controlados geneticamente, fatores bióticos e abióticos tem interação com o genótipo podendo afetar ou não o desenvolvimento das plantas (YANG; WEN, 2017). Uma condição que pode afetar a germinação são os solos salinos, característicos de ambiente semiáridos, onde a evaporação é mais elevada que a precipitação, o que proporciona o acúmulo de sais e, conseqüentemente, a adição de troca de sódio na superfície do solo (BARROS, 2004).

Esse fenômeno acarreta processos de divisão celular, podendo imobilizar as reservas responsáveis pelos processos de germinação, no entanto, algumas plantas podem sobreviver a níveis elevados de sal (MITTLER, 2017). Esses estresses são fatores limitantes para a germinação e produção vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004). Segundo Araújo et al., (2007) o comportamento das plantas nativas da caatinga durante o processo de

germinação é distinto das demais, requer estudos mais apurados para melhor compreensão dos mecanismos de germinação.

A hidratação irregular das sementes da caatinga, a variação do potencial hídrico ocasionado pela salinidade da maior parte dos solos e água, proporciona maior persistência e vigor durante a dessecação, demonstrando possuir memória hídrica comprovada pelo processo de embebição, características de uma hidratação prévia (ARAGÃO et al.; BUINTINK et al., 2003; RITO et al., 2009). Pereira et al., (2009) realizaram investigações com embebição de sementes de mandacaru, hidratação/desidratação, observaram que mesmo as sementes possuindo baixo teor de umidade, não há absorção elevada de água, essa característica pode representar um padrão da família *Cereus*, pois ocorrem em ecossistemas áridos e semiáridos com pouca disponibilidade de água.

Estudos com qualidade fisiológica de sementes são comuns em espécies no âmbito comercial (LIMA et al., 2005; RODRIGUES, 2007; SCHUCH et al., 2008; SCHEEREN et al., 2010; PEREIRA et al., 2014), e espécies não comerciais como mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) (ALMEIDA et al., 2009; SILVA; ALVEZ, 2009; RÊGO et al., 2009; BRITO et al., 2010). Todavia, são poucos os estudos com frutos e qualidade fisiológica de sementes de cactáceas submetidas a estresse salino, apesar de serem encontrados em maior quantidade nos períodos de frutificação nas regiões semiáridas, não são explorados, ocasionando perdas resultante do não conhecimento de suas características morfológicas, físico-químicas e nutricionais.

3 Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, U. P. de. ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 273-285, 2002.

ALMEIDA, M. M. de. SILVA, F. L. H. da. OLIVEIRA, L. S. C. Caracterização física e físico-química de frutos do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 15-20, 2009.

ANDERSON, E. F. **The Cactus Family**. Timber Press. Portland. EUA. 2001.

ANDRADE, C. T. S. MARQUES, J. G. W. ZAPPI, D. C. Utilização de Cactáceas por Sertanejos Baianos. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**. Feira de Santana, v. 6, p. 3-12, 2006.

ANDRADE-LIMA, D. Estudos Fitogeográficos de Pernambuco. Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (IPA). **Recife**, n. 2, p. 41, 1957.

ARAGÃO, C. A. DANTAS, B. F. ALVES, E. CORRÊA, M. R. Sementes de feijão submetidas a ciclos e períodos de hidratação-secagem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 87-92, 2003.

ARAÚJO, G. M. de. ARAÚJO, E. L. SILVA, K. A. RAMOS, E. M. N. F. LEITE, F. V. A. PIMENTEL, R. M. M. Resposta germinativa de plantas leguminosas da Caatinga. **Revista de Geografia**. Recife, v. 24, n. 2, p. 139-154, 2007.

BARBOSA, A. S. ANDRADE, A. P. de. JÚNIOR, L. R. P. BRUNO, R. de L. A. MEDEIROS, R. L. S. BARBOSA NETO, M. A. Estrutura populacional e espacial de *Cereus jamacaru* DC. em duas áreas de caatinga do Agreste da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 315-324, 2017.

BARBOSA, A. S. **Estrutura da vegetação e distribuição espacial de Cactaceae em áreas de caatinga do semiárido paraibano**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, p. 166, 2011.

BARROS, M. F. C. FONTES, M. P. ALVAREZ, V. H. V. RUIZ, H. A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso jazida e calcário no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2004.

BRITO, N. M. NASCIMENTO, L. C. COELHO, M. S. FÉLIX, L. P. Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 5, n. 2, p. 207-211, 2010.

BUITINK, J. LY VU, B. SATOUR, P. LEPRINCE, O. The re-establishment of desiccation tolerance in germinated radicles of *Medicago truncatula* Gaertn Seeds. **Seed Science Research**. v. 13, n. 4, p. 273-286, 2003.

CARVALHO, N. M. NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP. 5ª Edição, p. 590, 2012.

CASTRO, J. P. **Números cromossômicos em espécies de Cactaceae ocorrentes no nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias (UFPB/CCA), Areia, p. 72, 2008.

CAVALCANTI, N. B. RESENDE, G. M. de. Consumo do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) por Caprinos na época da seca no Semi-árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 19, n. 4, p. 402-408, 2006.

CAVALCANTI, N. B. RESENDE, G. M. de. Efeito de Diferentes Substratos no Desenvolvimento de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* ritter), Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (a. Webwr ex k. Schum.) Bly. Ex rowl.) e Coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* britton & rose). **Caatinga**. Mossoró, v. 20, n. 1, p. 28-35, 2007.

CAVALCANTI, N. B. RESENDE, G. M. **Utilização do Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl) na alimentação dos animais**. SD. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br>. Acesso em 01/01/2018.

COSTA, A. M. B. MELO, J. G. SILVA, F. M. da. Aspectos da salinidade das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Águas Subterrâneas**. v. 20, n. 1, p. 67-82, 2006.

CRUSE, R. R. Desert plant chemurgy: a current review. **Economic Botany**. v. 27, n. 2, p. 210-230, 1973.

DAVET, A. **Estudo Fitoquímico e biológico do cacto *Cereus jamacaru* DE Candolle, Cactaceae.** (Dissertação de Mestrado) Curitiba: Faculdade de Ciências da Saúde, UFPR, 2005.

DUQUE, J. G. **Perspectivas Nordestinas.** Banco do Nordeste do Brasil, 2 ed. p. 424, Fortaleza, 2004.

EDWARDS, E. J. NYFFELER, R. DONOGHUE, M. J. Basal Cactus Phylogeny: Implications of *Pereskia* (Cactaceae) Paraphyly for the Transition to the Cactus Life Form. **American Journal of Botany**. v. 92, n. 7, p. 1177–1188, 2005.

FABRICANTE, J. R. ANDRADE, L. A. de. Análise estrutural de um remanescente de Caatinga no Seridó Paraibano. **O ecologia Brasiliensis**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 341-349, 2007.

FABRICANTE, J. R. BEZERRA, F. T. C. SOUZA, V. C. de. FEITOSA, S. S. ANDRADE, L. A. ALVEZ, E. U. Influência da temperatura e substrato na germinação e desenvolvimento inicial de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.). **Agropecuária Técnica**. Areia, v. 31, n. 2, p. 96-101, 2010.

FARIAS, S. G. G. de. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral da gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq. Walp).** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. Patos, 2008.

FREIRE, J. L. **Avaliação de Clones de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) Sob Irrigação e Salinidade.** Universidade Federal Rural do Pernambuco UFRPE. (Tese de Doutorado). Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia. Forragicultura, p. 85, 2012.

GARIGLIO, M. A. SAMPAIO, E. V. S. B. CESTARO, L. A. KAGEYAMA, P. Y. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. Brasília: **Serviço Florestal Brasileiro**. ed. 2, p. 368, 2010.

GIULIETTI, A. M. BOCAGE NETA, A. L. CASTRO, A. A. J. F. ROJAS, C. F. L. G. SAMPAIO, E. V. S. B. VIRGÍNIO, J. F. QUEIROZ, L. P. de. FIGUEIREDO, M. A. BARBERA, G. **História e Importância Econômica e Agroecológica**. p. 424, 2004.

HOLANDA, A. C. SANTOS, R. V. SOUTO, J. S. ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007.

HOLANDA, J. S. AMORIM, J. R. A. FERREIRA-NETO, M. HOLANDA, A. C. Qualidade de água para irrigação. In: GHERY, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, p. 472, 2010.

HULME, A. **The biochemistry of the fruits and their products**. London: Academic Press, p. 305-358. 1970.

HUNT, D. TAYLOR, N. P. CHARLES, G. **The new cactus lexicon**. Milborne, DH Books, v. 2, 2006.

KYRIACOUS, M. EMMANOUILIDOU, M. SAUTERIOU, G. Asynchronous ripening behavior of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) cultivars with respect to physicochemical and physiological attributes. **Food Chemistry**. v. 211, n.15, p. 598–607, 2016.

LEAL SALES, M. S. MARTINS, L. V. SOUZA, I. MIRELE DE DEUS, M. S. PERON, Ana Paula. *Cereus jamacaru* de candolle (*cactaceae*), o mandacaru do Nordeste brasileiro. **Ciências Biológica e da Saúde**. Ponta Grossa, v. 20, n. 2, p. 135-142, 2014.

LIMA JUNIOR, J. A. SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-21, 2010.

LIMA, M. G. S. LOPES, N. F. MORAES, D. M. ABREU, Claudete Miranda. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 27, n. 1, p. 54-61, 2005.

LIMA, R. K. B. **Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (*Tacinga inamoena*) e do mandacaru (*Cereus jamacaru*)**. Mestrado em Fitotecnia (Dissertação). UFERSA, p. 69, 2016.

LIRA, E. H. A. **Mobilização de reservas durante o estabelecimento de plântulas de pinhão manso submetidas ao estresse salino**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande. 2016.

LUCENA, E. M. P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga ‘Tommy Atkins’ no vale do São Francisco**. 152 f. Tese. (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MÉNDEZ, L. P. FLORES, F. T. MARTIN, J. D. RODRIGUEZ, E. ROMERO, C. D. Physicochemical characterization of cactus pads from *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica*. **Food Chemistry**. v. 188, p. 393-398, 2015.

MESSIAS, J. B. CARACIOLO, M. C. M. OLIVEIRA, I. M. MONTARROYOS, U. R. BASTOS, I. V. G. A. GUERRA, M. SOUZA, I. A. Avaliação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos de ratas no segundo terço da gestação submetidas à ação do extrato metanólico de *Cereus jamacaru* D C., Cactaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Paraná, v. 20, n. 4, p. 478-483, 2010.

MENEZES, M. O. T. TAYLOR, N. P. LOIOLA, M. I. B. Flora do Ceará, Brasil: Cactaceae. **Rodriguésia**. v. 64, n. 4, p. 757-774, 2013.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília, p. 347, 2007.

MOORE, M. **Medicinal Plants of the Desertand Canyon West**. Santa Fé: Museum of New Mexico Press. 1989.

MUNNS, R. TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual review of Plant Biology**. v. 59, n. 4, p. 651-681, 2008.

OLIVEIRA, H. B. KFFURI, C. W. CASALI, V. W. D. Ethnopharmacological study of medicinal plants used in Rosário da Limeira, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. n. 20, v. 2, p. 256-260, 2010.

ORTEGA-BAES, P. GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H. Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. **Biodiversity & Conservation**. v. 15, n. 3, p. 817-827, 2006.

PEREIRA, F. E. C. B. TORRES, S. B. SILVA, M. I. L. S. GRANGEIRO, L. C. BENEDITO, C. P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

PEREIRA, K. F. LEAL, I. MEIADO, M. V. As sementes de Mandacaru têm memória hídrica? **Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas**. n. 6, v. 1, 2009.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R. TABARELLI, Marcelo. **Ecologia e Conservação da Caatinga**, Editora Universitária: Recife. UFPE, p. 3-58, 2003.

RÊGO, M. M. ARAÚJO, E. R. RÊGO, E. R. CASTRO, J. P. In vitro seed germination of mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.). **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 22, n. 4, p. 34-38, 2009.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R. DIAS, N S. LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal). p. 11-19, 2016.

RICHARDS, L. A. **Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. Editorial Limusa, p. 172, 1980.

RITO, E. A. LEAL, I. MEIADO, M. V. As sementes de mandacaru têm memória hídrica? Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas, **La Habana**. v. 6, p. 26-31, 2009.

ROCHA, E. A. AGRA, M. F. Flora of the Pico do Jabre, Paraíba, Brazil: Cactaceae Juss. **Acta Botanica Brasilica**. v. 16, n. 1, p. 15-21, 2002.

RODRIGUES, A. B. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho de classes de tamanho misturadas para fins de semeadura fluidizada**. (Dissertação) Mestrado em Agronomia, UNESP Jaboticabal. São Paulo, p. 33, outubro de 2007.

SANTOS, D. M. SANTOS, J. M. F. F. SOUZA, D. N. N. ANDRADE, J. R. SILVA, K. A. ANDRADE, W. M. ARAÚJO, E. L. O que mais influencia a densidade do banco de sementes do solo de *Cereus jamacaru* D C. Subsp. Jamacaru (*cactaceae*): variação espacial ou temporal? **Gaia Scientia**. João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 167-174, 2015.

SCHEEREN, B. R. PESKE, S. T. SCHUCH, L. O. B. BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 32, n. 3, p. 035-041, 2010.

SCHUCH, L. O. B. KOLCHINSKI, E. M. FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 31, n. 1, p.144-149, 2009.

SILVA, A. K. P. M. CAVALCANTI, R. Q. COELHO, J. B. M. BEZERRA NETO, E. Relações entre concentração molar, condutividade elétrica e potencial osmótico de soluções salinas. **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão**, UFRPE: Recife, 2013.

SILVA, J. G. M. LIMA, G. F. C. MELO, A. A. S. AGUIAR, E. M. TALES RÊGO, M. M. Cactáceas nativas associadas a fenos de flor de seda e sabiá na alimentação de borregos. **Revista Caatinga**. Mossoró-RN, v. 23, n. 3, p. 123-129, 2010.

SILVA, J. G. M. SILVA, D. S. FERREIRA, M. A. LIMA, G. F. C. MELO, A. A. S. DINIZ, M. C. N. M. Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 4, p. 1408-1417, 2005.

SILVA, L. R. ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de Mandacaru. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiente**. Curitiba. v. 7, n. 2, p. 199-205, 2009.

SILVA, S. L. F. **Transpiração e Partição de Sódio e Cloreto em Mudas e Porta-Enxertos de Cajueiro Anão-Precoce Submetidos Ao Estresse Salino**. (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Fitotecnia. Universidade Federal do Ceará- UFC. 2004.

SOUZA, V. C. LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, p.640, 2005. Disponível em: <http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10141> Acessado em: 23 de março de 2018.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 719 2004.

TAKANE, R. J. PIVETTA, K. F. L. YANAGISAWA, S. S. **Cultivo técnico de cactos & suculentas ornamentais**. Fortaleza: Graf House, p. 172, 2009.

TAYLOR, N. ZAPPI, D. **Cacti of eastern Brazil**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2004.

YANG, L. WEN, B. Seed Quality. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**. Oxford, v. 1, p. 553-563, 2017.

CAPÍTULO I:
Caracterização de Frutos de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) colhidos
em duas Mesorregiões do Agreste da Paraíba, Brasil

BARBOSA NETO, Miguel Avelino. **CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU** (*Cereus jamacaru* P. DC.) **COLHIDOS EM DUAS MESORREGIÕES DO AGRESTE DA PARAÍBA, BRASIL**. 2018. **Orientador (a):** Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

Resumo:

O mandacaru (*Cereus jamacaru*) destaca-se por ser uma espécie nativa do Brasil, de porte arbóreo dotado de espinhos e caule modificado, possuindo considerável capacidade de retenção de água, produzem frutos carnosos e ovoides de cores que variam de verde a roxo escuro, ricos em nutrientes importantes para a saúde humana, porém seu consumo *in natura* não é prática comum pelos seres humanos, por tratar-se de uma espécie nativa e pouco domesticada, constituindo uma fonte alimentícia para animais e insetos, nas épocas mais secas. Assim sendo, objetivou-se com o trabalho analisar a qualidade fisiológica de sementes de *C. jamacaru* provenientes de frutos coletados em diferentes estágios de maturação. Foram selecionadas duas populações naturais no município de Bananeiras e Tacima, no estado da Paraíba, Brasil. De cada população foram colhidos aleatoriamente frutos em 10 indivíduos, os quais foram acondicionados em caixas térmicas, por estágio de maturação e encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes (CCA/UFPB), onde foram pesados e as sementes extraídas manualmente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 5 x 2, em cinco estágios de maturação e duas áreas de coleta. Os dados obtidos das variáveis biométricas e qualidade fisiológica foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. De acordo com os resultados verifica-se que os frutos de *Cereus jamacaru* mostram-se maiores e mais pesados nos estágios finais de maturação; as sementes procedentes da área de Tacima, PB mostram-se mais viáveis nos dois últimos estágios de maturação e as de Bananeiras, PB mais vigorosas (primeira contagem de germinação) em todos os estágios de maturação; o estágio 5 de maturação, com a predominância de frutos de coloração roxa, é o indicado para a colheita em ambas as áreas, pois as sementes apresentam maior qualidade fisiológica.

Palavras-chave: Maturidade fisiológica, Germinação, Biometria

BARBOSA NETO, Miguel Avelino. **CHARACTERIZATION OF MANDACARU FRUITS** (*Cereus jamacaru* P. DC.) **HARVESTED IN TWO MESORREGIÕES OF AGRESTE DE PARAÍBA, BRAZIL.** 2018. **Advisor:** Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

Abstract:

The Mandacaru (*Cereus jamacaru*) stands out because it is a native species of Brazil, of arboreal character endowed with spines and modified stem, having considerable water retention capacity, produce fleshy fruits and ovoid colors that range from green to dark purple, rich in nutrients important for human health, but their consumption in natura is not common practice by humans, because it is a native species and little domesticated, constituting a food source for animals and insects in the driest seasons. Therefore, the objective of this study was to analyze the physiological quality of *C. jamacaru* seeds from fruits collected at different stages of maturation. Two natural populations were selected in the municipality of Bananeiras and Tacima, in the state of Paraíba, Brazil. From each population, fruits were collected randomly in 10 individuals, which were packed in thermal boxes, by maturation stage and sent to the Seed Analysis Laboratory (CCA / UFPB), where they were weighed and the seeds were extracted manually. The experimental design was completely randomized in a 5 x 2 factorial scheme, in five stages of maturation and two collection areas. The data obtained from the biometric variables and physiological quality were submitted to analysis of variance by the F test, and the means were compared by the Tukey test at 1 and 5% probability. According to the results it is verified that the fruits of *Cereus jamacaru* are shown to be bigger and heavier in the final stages of maturation; the seeds from the area of Tacima, PB are more viable in the last two stages of maturation and those of Bananeiras, PB more vigorous (first germination count) in all stages of maturation; the stage 5 of maturation, with the predominance of fruits of purple coloring, is indicated for harvesting in both areas, because the seeds present higher physiological quality.

Key words: Physiological maturity, Germination, Biometrics

1 Introdução

A família das cactáceas compreende cerca de 124 gêneros e 1.438 espécies com distribuição nas Américas, Madagascar e Ceilão, sendo caracterizadas como plantas suculentas que apresentam espinhos na maioria das vezes (BARROSO, 1988). O Brasil é considerado um dos três maiores centros de diversidade de Cactáceas do mundo, possuindo um total de aproximadamente 200 espécies (HUNT & TAYLOR, 2006).

O método vegetativo é a via de reprodução mais utilizada em relação a essas espécies, para seu melhoramento genético em caráter ornamental, todavia, a reprodução sexuada torna-se importante levando-se em consideração a diversidade genética que existe nesse processo, dessa forma, a semente é a principal via de propagação natural dessas espécies, sendo a estratégia que garantiu às angiospermas a ocupação em vários *habitats*, podendo, assim um novo indivíduo se estabelecer distante da planta parental (GUEDES et al., 2009).

Várias cactáceas de importância econômica são encontradas na região Semiárida, como o Xique xique (*Pilosocereus gounellei* A. Webwr ex K. Schum.), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* F. Ritter) Coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis*) e o Mandacaru (*Cereus jamacaru*) alguns, inclusive, utilizados na alimentação humana. O Mandacaru (*C. jamacaru*) tem utilização direta pelos seres humanos, sendo utilizado na forragem e ornamentação, bem como no tratamento de doenças e na alimentação humana (GUEDES et al., 2009).

O mandacaru pertence ao gênero *Cereus* possuindo aproximadamente 34 espécies da subfamília *Cactoideae*. Espécies pertencentes a esse gênero são de porte arbustivo arbóreo, em sua maioria, plantas que possuem hábitos de crescimento colunar, caules que se caracterizam por apresentar aréolas com formações de espinhos. Quanto aos frutos dessa espécie, constituem um importante alimento para diferentes animais como pássaros, répteis, insetos bem como utilizado na alimentação do gado bovino (HUNT & TAYLOR, 2006).

O fruto de mandacaru tem formato de baga, ovoide, com aproximadamente 20 cm de comprimento, possuindo inúmeras sementes pretas muito pequenas (ROCHA & AGRA, 2002); as características físicas dos frutos são de fundamental importância para o manuseio no período de pós-colheita (ALMEIDA et al., 2009). A maturação dos frutos inicia-se antes que o crescimento termine incluindo uma série de reações complexas de síntese e degradação (COOMBE, 1976).

A qualidade de frutos, seja em relação ao processamento industrial ou ao consumo *in natura*, está ligada à caracteres físicos como formato, tamanho e sabor. Estudar a caracterização de frutos é importante, pois fornece informações que contribuem para conhecimento e diferenciação de espécies do mesmo gênero, caso necessário, assim como, um bom indicativo para investigação da variabilidade genética, sobretudo em programas de melhoramento (FENNER, 1993; GONDIM et al., 2013). A elevada perda anual da safra do mandacaru está relacionada ao fato do mesmo não ser explorado comercialmente, e o pouco incentivo dado a essa prática faz com que esse fruto passe despercebido aos olhos humanos como fonte de alimento e renda familiar.

Os frutos do mandacaru surgem com mais frequência de janeiro a abril, apresentam diferentes formas e colorações, porém, não há trabalhos que informem a coloração e/ou maturação ideal para a colheita desses frutos, devido à diversidade dessas formas e cores. Dessa forma, objetiva-se com este trabalho, estudar a qualidade física e fisiológica das sementes de mandacaru nos diferentes estágios de coloração, para obter informações sobre o processo de maturação de frutos e sementes, de *Cereus jamacaru* com base no melhor estágio de coloração para realização da colheita, além de agregar valor através da diversificação dos usos desse fruto na região.

2 Material e Métodos

Os frutos de *C. jamacaru* foram coletados em duas populações localizadas nos municípios de Bananeiras (População 1) e Tacima (População 2). Em cada população foram selecionados 10 indivíduos adultos em fase de frutificação. De cada indivíduo foram coletados três frutos, os quais foram acondicionados em caixas térmicas e encaminhados para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS), no Campus II da Universidade Federal da Paraíba, do Centro de Ciências Agrárias UFPB/CCA.

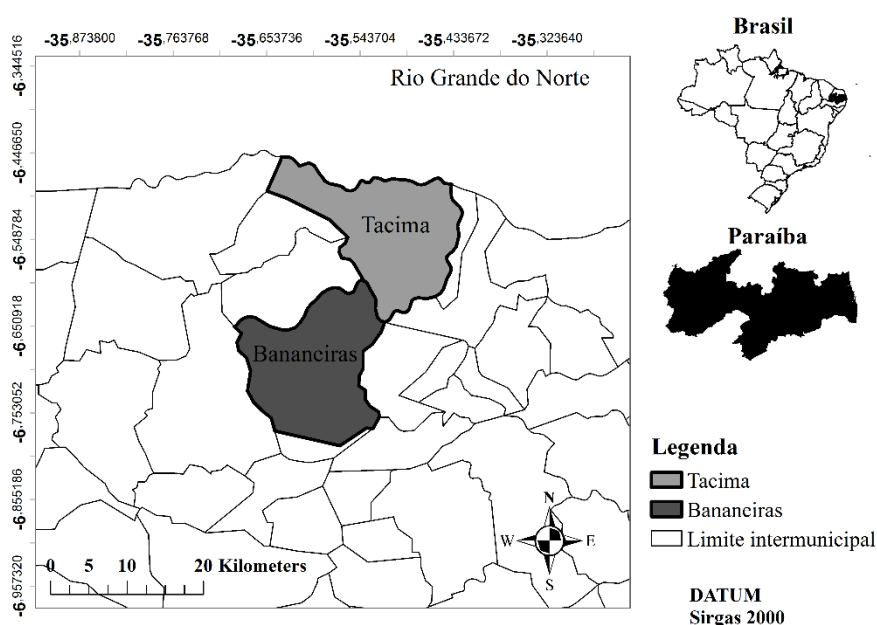


Figura 1. Localização geográfica das áreas de coleta dos frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) (*Cactaceae*) em dois municípios do Agreste do estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.

2.1 Características das áreas de coleta dos frutos

O município de Tacima, PB, possui área de aproximadamente 246,7 km², está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú, mais precisamente na bacia da Borborema Setentrional possuindo um considerável potencial hídrico. O clima constitui-se, de acordo com a classificação de Kooper, como quente e úmido, possuindo ventos considerados de moderado a forte, com temperatura em torno de 26°C, sendo sua precipitação anual considerada baixa 431,8 mm/ano (CRPM, 2005).

O município de Bananeiras está incluído em uma área geográfica do estado da Paraíba com área de aproximadamente 258 km². De acordo com a classificação de Kooper o clima é considerado tropical chuvoso com verão seco. A área experimental de Bananeiras é considerada privilegiada por boa parte dessa região estar inserida em uma área de Brejo

de Altitude, possuindo chuvas orográficas na maior parte do ano, com precipitações que variam de 1000 a 1250 mm/ano, porém, a zona mais beneficiada pelo fenômeno encontra-se no interior da região, sendo as áreas circunvizinhas em um raio de aproximadamente 15 km, não possuem as mesmas condições meteorológicas, diferindo em vegetação, sendo mais rala e seca, com uma maior diversidade de plantas de caule suculento. Essa área de caatinga, dentre outras é a mais preservada, contudo é notória a entrada de rebanho caprino para pastejo, sobretudo na estação seca (CRPM, 2005).

2.2 Biometria dos frutos

Os frutos foram coletados entre os meses de março e abril de 2017 sendo separados de acordo com a coloração nos respectivos estágios (E₁; E₂; E₃; E₄ e E₅). O comprimento (cm) e o diâmetro (cm) dos frutos foram mensurados por meio de paquímetro digital de fibra de carbono; a pesagem dos frutos foi realizada em balança eletrônica digital assim como, a massa da polpa com sementes (g) e o peso de cem sementes (g).

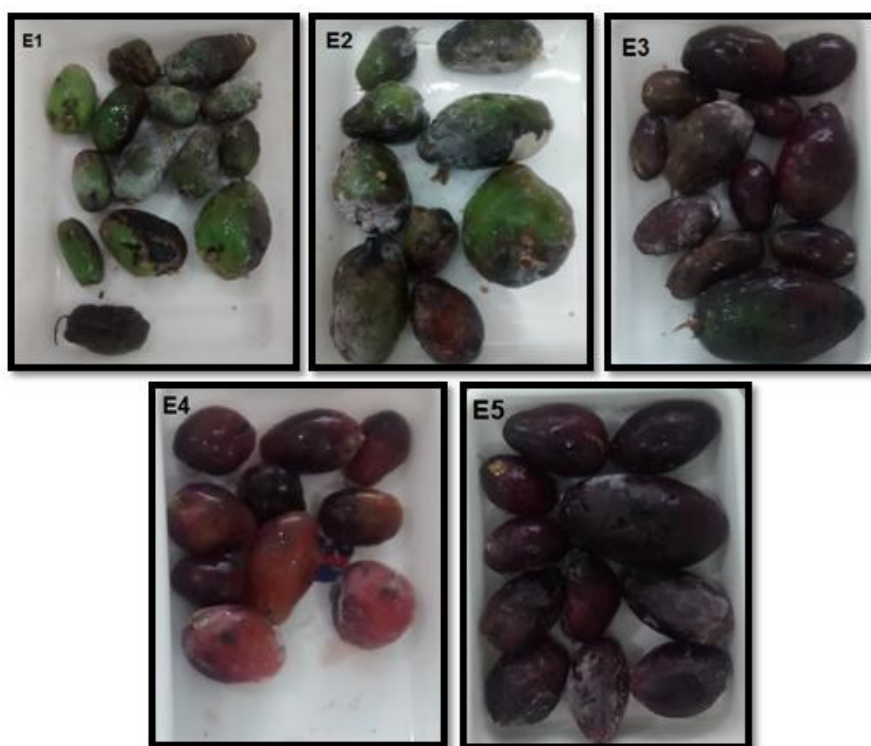


Figura 2. Frutos de *Cereus jamacaru* colhidos nas áreas de Caatinga de Tacima e Bananeiras, Estado da Paraíba. (E1) - Verde; (E2) – Verde com Roxo; (E3) – Amarelo com Roxo; (E4) – Vermelha com Roxo e (E5) – Roxo predominante.

Tabela 1. Coloração dos frutos de *Cereus jamacaru* P. DC. em diferentes estágios de maturação

Estágios de Coloração	Descrição
E1	Verde
E2	Verde com Roxo
E3	Amarela com Roxo
E4	Vermelha com Roxo
E5	Roxa Predominante

2.3 Teste de Germinação (G)

O teste de germinação foi conduzido em caixas *gerbox*, com uso de papel *germitest*, autoclavado em duas folhas postas na base do gerbox, com quatro repetições de 50 sementes sendo o substrato umedecido com 2,5 vezes o peso do papel seco; o material foi acondicionado em BOD regulada à temperatura de 20-30°C com fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram realizadas no quinto e no décimo quarto dia após a semeadura; os percentuais de sementes germinadas foram computados de acordo com BRASIL (1992).

2.4 Primeira contagem de germinação (PCG)

Conduzida juntamente com o teste de germinação quando foram computados todas as plântulas normais no quinto dia após a semeadura, sendo os dados expressos em porcentagem.

2.5 Comprimento de plântulas (CP)

Ao final do teste de germinação foi mensurado o comprimento de plântulas normais de cada repetição, medido com o auxílio de um paquímetro digital de fibra de carbono 150mm.

2.6 Massa seca de plântulas (MSPL)

Após a contagem final do teste de germinação, as plântulas foram colocadas em sacos de papel e acondicionadas em estufa à temperatura de 70°C por 48h, após esse período, foi pesada em balança analítica com precisão de 0,001g (NAKAGAWA, 1999); assim como a umidade das sementes foi determinada pela fórmula $(Ma/Mi)*100$ de acordo com BRASIL (2009).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial 5 x 2. O primeiro fator representa os cinco estágios de coloração (E_1 = Verde; E_2 = Verde com roxo; E_3 = Amarelo com Roxo; E_4 = Vermelho com Roxo e E_5 = Roxo Predominante) e o segundo fator pelas populações onde as sementes foram coletadas (População 1 e População 2). Os dados foram analisados no programa estatístico Sisvar[®] sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.

3 Resultados e Discussão

Os resultados de significância do teste (*t*) com os frutos de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) colhidos nas microrregiões de Tacima, PB e Bananeiras, PB, nos diferentes estágios de maturação, estão expressos na Tabela 1. Houve diferença significativa em todas as variáveis analisadas (Comprimento de Frutos^{**}; Diâmetro de Frutos^{*}; Massa Total^{**}; Massa da Polpa com Casca^{**}; Massa de Semente com Mucilagem^{**}), com exceção da Massa de Sementes^{ns} e do Diâmetro do Fruto^{ns}.

O coeficiente de variação do comprimento de plântulas da área de Bananeiras, PB, (área 1) mostrou-se mais elevado em relação a área de Tacima, PB, (área 2) o que denota baixa variabilidade nos dados para esta última; de modo contrário, a variável massa seca de sementes apresenta os maiores valores de coeficiente de variação, dando noção de valores elevados de desvio padrão, o que reduz a confiabilidade no resultado para essa variável (PIMENTEL GOMES, 2000).

Tabela 2. Análise de variância dos quadrados médios das variáveis: Comprimento do Fruto (cm), Diâmetro do Fruto (mm), Massa Total (g), Massa de Polpa com Casca (g), Massa de Sementes com Mucilagem (g) e Massa de Sementes (g).

FV	GL	Quadrado Médio					
		CP (cm)	DA (mm)	MT (g)	MPC	MSM	MS (g)
Áreas	1	2,700 ^{ns}	5,633 ^{ns}	2613,33 ^{ns}	644,033 ^{ns}	1,20 ^{ns}	12,34 [*]
Estágios	4	9,700 ^{**}	530,950 ^{ns}	4881,80 ^{**}	1857,28 ^{**}	1038,71 ^{**}	7,59 ^{ns}
Estágios x Áreas	4	2,700 ^{**}	296,050 ^{ns}	9396,33 ^{**}	2635,28 ^{**}	985,11 ^{**}	4,78 ^{ns}
Erro 1	2	1,600	209,733	459,63	180,13	7,90	0,63
Erro 2	18	0,303	120,844	223,67	104,68	60,64	6,23
CV 1 (%)		14,65	27,69	27,00	23,81	12,08	36,42
CV 2 (%)		6,38	21,02	18,84	18,15	33,47	114,78
Média Geral		8,63	52,30	79,40	56,36	23,26	2,17

^{**},^{*}:Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente; e ^{ns} Não Significativo; ^{x²}: Fonte de Variação (FV); Grau de Liberdade (GL); Coeficiente de Variação (CV); Comprimento do Fruto (CP); Diâmetro do Fruto (DA); Massa Total (MT); Massa de Polpa + Casca (MPC); Massa de Sementes + Mucilagem (MSM); Massa de sementes (MS).

De acordo com a ANOVA (Tabela 2), com exceção das variáveis DA^{ns} e MS^{ns}, houve resposta significativa ($p < 0,01$) para as demais variáveis estudadas, com relação ao fator isolado estágios e a interação estágios x áreas. Também o fator isolado áreas mostrou significância ($p < 0,05$) para a variável MS.

Com relação ao comprimento de frutos, conforme já cabia esperar, houve aumento dessa variável, em ambas populações, ao longo do processo de maturação (Figura 3A). Apenas no segundo e quinto estágio, os frutos oriundos de Bananeiras superaram os de Tacima, PB. Almeida et al., (2005) ao investigar o desenvolvimento dos frutos de *C. jamacaru* nos diferentes estágios de maturação obtiveram frutos maiores nos estágios

finais de desenvolvimento; da mesma forma, Melo et al., (2017) ao analisar o comprimento de frutos de mandacaru em função de sua coloração observaram que os frutos colhidos em Campina Grande e Barra de Santa Rosa, não diferiram nos estágios finais de maturação, sobretudo para os colhidos em Campina Grande; essa diferença de tamanho dos frutos é intrínseca ao fato da área de Campina Grande, PB, oferecer melhores condições de solo e clima para o desenvolvimento reprodutivo do *C. jamacaru* gerando frutos mais uniformes, mesmo para aqueles que ainda se encontram em coloração verde; como observado por Torres et al., (2009) que avaliando frutos colhidos numa zona de mata próximo a cidade de Boa Vista, PB, região de Caatinga preservada, com grande quantidade de plantas xerófilas; os estágios de maturação foram subdivididos em oito para a avaliação biométrica de frutos, não se constatou diferenças entre o comprimento e o diâmetro dos frutos.

Nunes et al., (2012) obtiveram resultados semelhantes ao caracterizar os frutos de Palma (*Opuntia ficus*) provenientes do semiárido Baiano, nos estágios finais de desenvolvimento (E₃ e E₅), não ocorrendo diferença, tanto no comprimento quanto no diâmetro dos frutos. A variação estrutural de tamanho dos frutos encontrada pelos autores é bastante dependente do clima aos quais estão inseridos.

Na variável diâmetro de frutos (Figura 3B) as barras de desvio padrão ($S_{\bar{x}}$) demonstram uma discrepância entre os valores de diâmetro de frutos dentro de um mesmo estágio, sobretudo para o estágio 2 da área de Bananeiras, PB, o que pode ser explicado pelo fato dessa zona ser em parte beneficiada por chuvas orográficas que se concentram nas regiões de Brejo, porém, apenas uma parte dessa área é privilegiada, refletindo nos atributos reprodutivos dessas plantas. Segundo Abud et al., (2010) os frutos de *C. jamacaru* apresentam epicarpo de coloração variando de verde a verde amarelada, tornando-se após atingir a maturação, de coloração lilás a lilás escura, são ovoides, carnosos, com pericarpo espesso e succulento. Porém, Melo et al., (2017) descrevem os estágios de maturação dos frutos variando entre verde, quando se inicia o processo de pigmentação vermelha, até o estágio de totalmente vermelho descrito de acordo com a coloração da casca.

Geralmente nas frutas, o agente responsável pela pigmentação verde é a clorofila, pigmento este degradado ao mesmo tempo em que ocorre a síntese de outros pigmentos como licopeno, antocianinas, xantofila, β -caroteno, infelizmente não foi possível analisar tais componentes (CHITARRA, 2005); o critério de classificação é um parâmetro importante, pois a aparência do fruto é um dos principais fatores do ponto de vista da

comercialização como a cor, o sabor, o brilho e os defeitos dos frutos (CAVALINI, 2008; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Os frutos de *C. jamacaru* mostram coloração semelhante aos da cactácea *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter, diferindo, apenas, em relação às características biométricas (ABUD et al., 2012). Há uma variedade de formas e tamanhos nos frutos das cactáceas; ao observar os frutos de *P. pachycladus* verifica-se que o diâmetro variou em torno de $38,13 \pm 4,52\text{mm}$ e $50,53 \pm 5,01\text{mm}$. Algumas espécies de cactáceas possuem comprimento inferior ao diâmetro, a exemplo de *Pilosocereus gounellei* (ABUD et al., 2012), diferindo dos resultados observados no presente estudo, no qual os frutos de mandacaru apresentam geralmente um formato elíptico comparados com os frutos de *P. pachycladus*.

O fornecimento de informações a respeito da biometria de frutos caracteriza o aspecto ecológico, bem como o tipo de dispersão, os agentes dispersores e o estabelecimento de plântulas (CARVALHO, 2000).

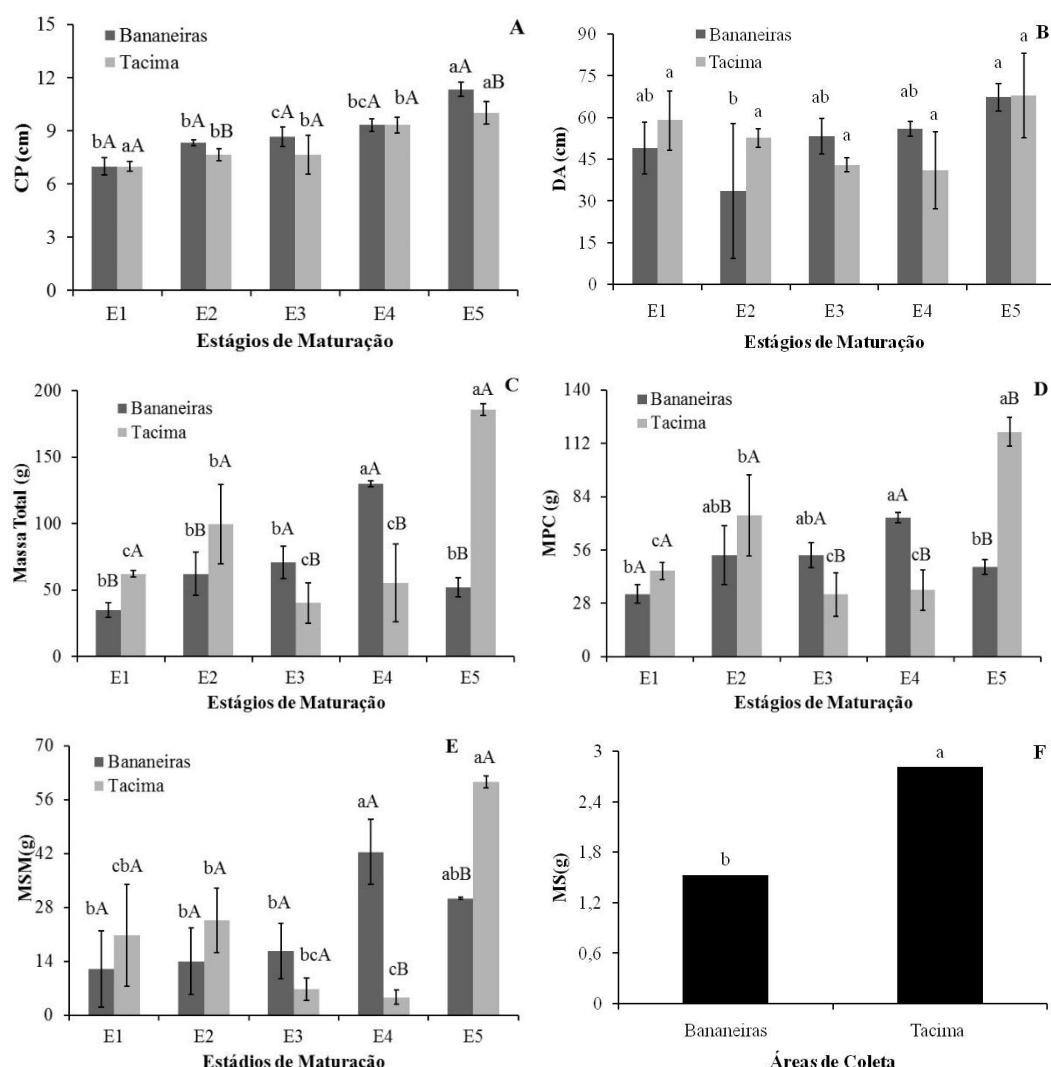


Figura 3. Comprimento de Frutos (cm) (A); Diâmetro de frutos (cm) (B); Massa Total (g) (C); Massa de Polpa com Casca (g) (D); Massa de Sementes com Mucilagem (g) (E); Massa de Sementes (g) (F) de frutos de *C. jamacaru* colhidos em diferentes estágios de maturação em duas populações. Letras minúsculas comparam, em cada população, os diferentes estágios de maturação e letras maiúsculas comparam as duas populações em cada estágio de maturação.

As características físicas dos frutos são de fundamental importância para o manuseio no período de pós-colheita. De maneira geral, a qualidade dos frutos é atribuída aos caracteres físicos, os quais se destacam na aparência externa, como tamanho, forma e cor de casca e polpa, características estas ligadas a atributos como aparência, sabor, odor, textura, bem como seu valor nutricional (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Na figura 3C estão apresentados os resultados de massa total dos frutos. Verifica-se que houve diferença significativa ($p < 0,001$) entre os estágios de maturação. Isto se deve ao aumento de tamanho. Os maiores valores de massa do fruto foi verificado no estágio 5 para a população 2 (Tacima) com 180g e no estágio 4 para a População 1 (Bananeiras) com

130g. Oliveira et al., (2004) avaliando o peso, o diâmetro e comprimento de frutos de mandacaru conseguiram valores de 137,0316g, 58,06cm e 82,73cm, respectivamente. Abud et al., (2013) também obtiveram valores médios de massa em torno de 155,0 g para frutos maduros; corroborando com os resultados do presente trabalho, ainda assim houve variação de tamanho dos frutos, embora estivessem em estágios de maturação semelhante. Almeida et al., (2009) ao avaliar o peso total (polpa, casca e semente) dos frutos de duas áreas de ocorrência na Paraíba, também observaram diferenças significativas em relação ao tamanho; as quais podem estar relacionadas a diferenças genotípicas, ou mesmo condições edafoclimáticas distintas.

Os frutos da área de Tacima, PB produziram maior quantidade de massa de polpa (figura 3D) na maioria dos estágios estudados (1, 2, e 5), principalmente com os frutos colhidos no estágio 5, com 118g de polpa, por serem de aparência mais apreciada pelos consumidores.

Para a variável massa de semente com mucilagem (figura 3E) há grande variação entre os valores, principalmente para os frutos colhidos em Tacima, PB; onde a maior quantidade de massa ocorreu no estágio 5 (60,66g), diferindo significativamente dos frutos de Bananeiras. Já os frutos procedentes de Bananeiras produziram massa inferior a cinco gramas, no estágio 4 (4,66g). Embora as barras de desvio padrão ($S_{\bar{x}}$) indiquem pouca variação nos valores médios, a redução nos resultados para as sementes de Tacima, nos estágios 3 e 4, provavelmente se deva a presença de frutos abertos, ficando assim, sujeitos a predação por parte dos pequenos insetos e pássaros, o que não ocorreu nos frutos colhidos no estágio 5 de maturação. Almeida et al., (2009) também obtiveram resultados semelhantes ao comparar os valores de massa de sementes com mucilagem das áreas de Queimadas e Lagoa Seca.

Para a massa das sementes (figura 3F) houve resposta significativa apenas para as áreas, onde os frutos oriundos de Tacima se destacaram quanto a sua massa, independente do estágio de maturação.

Para Germinação, houve interação significativa nos materiais provenientes das áreas em relação aos estágios de maturação ($p < 0,001$). Na figura 4A, observa-se que as sementes oriundas de Tacima se destacam em relação às de Bananeiras nos estágios 4 e 5 de maturação, enquanto às de Bananeiras diferem das de Tacima nos estágios 1 e 3; contudo, a partir deste estágio, verifica-se percentual de germinação de 70 e 65%, para as sementes de Bananeiras e Tacima, respectivamente. O percentual de germinação foi aumentando com os estágios de maturação, principalmente para as sementes da área de

Tacima, exibindo valores de germinação em torno de 90% nos dois últimos estágios; já as da área de Bananeiras com germinação de 70 e 80%, na quarta e quinta coleta.

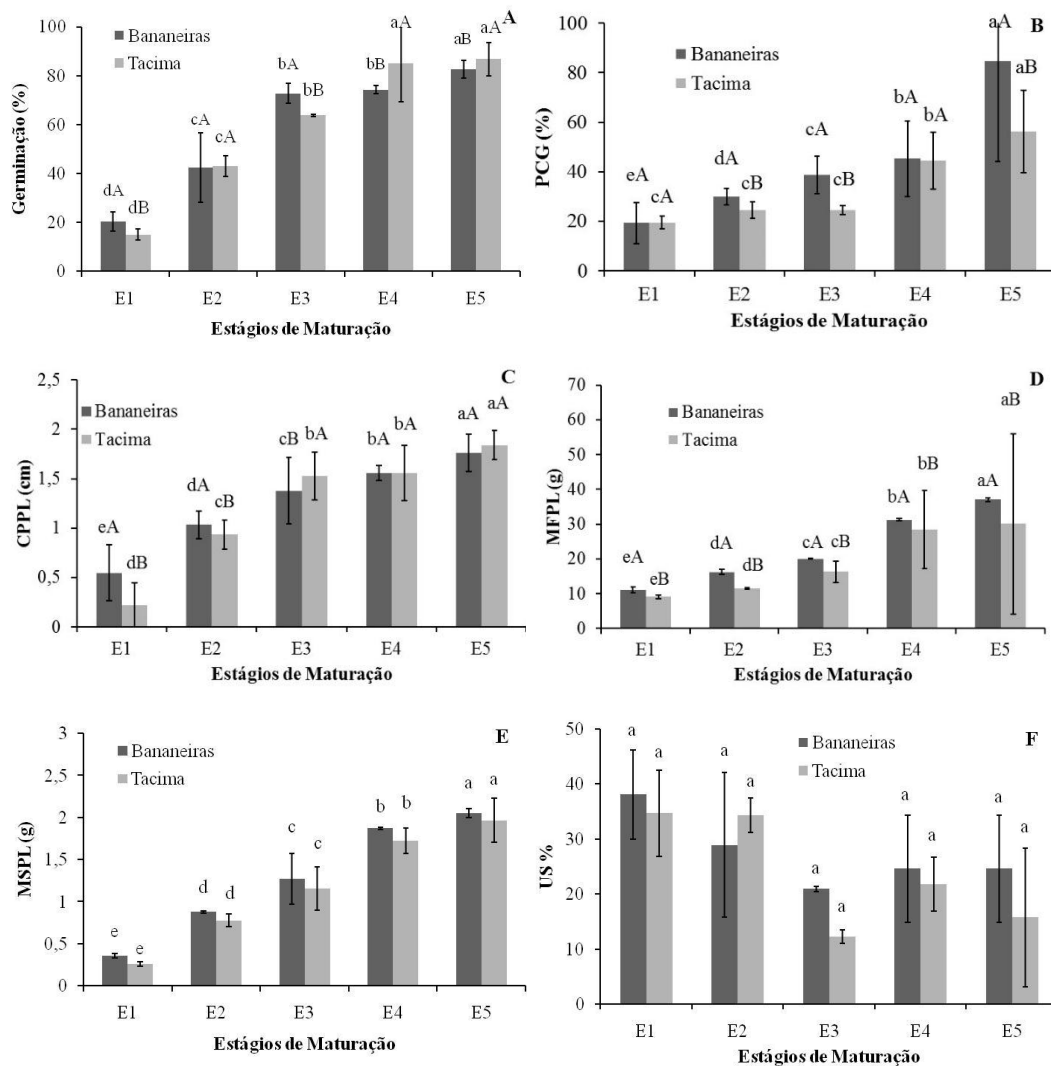


Figura 4. Qualidade fisiológica de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) examinados em diferentes estágios de maturação. Germinação (A); Primeira contagem de germinação (B); Comprimento de Plântulas (C); Massa Fresca de Plântulas (D); Massa Seca de Plântulas (E); Umidade de Sementes (f). Letras minúsculas comparam, em cada população, os diferentes estágios de maturação e letras maiúsculas comparam as duas populações em cada estágio de maturação.

Os frutos colhidos ainda imaturos tiveram baixa germinação nos estágios 1 e 2. Esse fenômeno pode ser atribuído talvez, pelas sementes não terem completado seu crescimento/desenvolvimento, e consequentemente, ainda não terem atingido o seu ponto de maturidade fisiológica; a diferença na germinação para *Cereus jamacaru* P. DC. deve-se, ao fato dos embriões das sementes nos estágios iniciais, não terem completado seu

pleno desenvolvimento, sendo fundamental para a formação de plântulas normais, entretanto, a facilidade que sementes de algumas espécies possuem de germinarem com poucos dias após a sua formação, pode ser um indicativo de sementes de boa qualidade, principalmente para plantas superiores (NEGREIROS et al., 2006; OHTO et al., 2009; CISNEROS et al., 2011). O tempo de desenvolvimento embrionário é crucial para o incremento de uma plântula, haja vista que o fenômeno de germinação exige da semente uma formação estrutural consolidada. Investigações realizadas por Cisneros et al., (2011) com estágios pré-embrionários de desenvolvimento de sementes em três espécies de cactáceas do gênero *Hylocereus*, *H. monacanthus*, *H. undatus* e o *H. megalanthus*, mostraram que, independente do estágio de maturação, foram encontrados sementes viáveis e não viáveis, sendo que a maioria das sementes viáveis continha em seu interior formação de cotilédones inerentes a seus embriões; ademais, a maioria das sementes consideradas não viáveis, não continham embriões.

Martins et al., (2004) encontraram resultados semelhantes avaliando a qualidade fisiológica de sementes de Leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*) em quatro estágios de maturação (verde-oliva, verde-limão, alaranjado-fechado e alaranjado-aberto) armazenadas a 0 e 7 dias após a colheita, obtiveram maiores porcentagens de germinação (58, 76 e 94%), nas sementes procedentes de frutos, nos estágios de maturação mais avançados (alaranjado-aberto, alaranjado-fechado e verde-limão), respectivamente.

No geral, os estágios 3, 4 e 5 da germinação de *C. jamacaru* expressaram percentuais altamente significativos ($p < 0,001$), demonstrados pelas barras de erros inferenciais ($S_{\bar{x}}$), indicando valores pouco discrepantes dentro dos tratamentos, sendo assim, torna-se evidente a diferença na germinação entre as áreas de coleta, a qual pode ocorrer em indivíduos da mesma espécie que sofrem influência de fatores abióticos. Para Carvalho e Nakagawa (2000) o ponto de maturidade fisiológica das sementes, pode variar dentro da mesma espécie, sendo influenciada pelas condições ambientais. Em se tratando de plantas daninhas (*Peschiera fuchsiaefolia*) essa característica é esperada, sendo um artifício importante de rusticidade que as permite germinar precocemente em ambientes incomuns (MARTINS et al., 2004).

Investigando a qualidade fisiológica de sementes de pimenta (*Capsicum baccatum*.) em função dos estágios de maturação, Pereira et al., (2014) subdividiram os estágios de maturação em quatro tipos (verde intenso, verde amarelado, verde avermelhado e vermelho intenso), e observaram que o avanço dos estágios de maturação foi diretamente proporcional a porcentagem de germinação das sementes (25 dias, 5%; 35 dias, 19% e 45

dias 22% de germinação), porém, as sementes colhidas no estágio verde, produziram valores relativamente baixos de germinação, chegando em alguns casos a nulo (NASCIMENTO & FREITAS, 2006), o que não corresponde aos dados do presente trabalho; tendo em vista que a germinação foi visível desde os primeiros estágios. Dessa forma, a maioria das sementes oriundas dos frutos de coloração verde apresenta baixo percentual de germinação; de maneira geral, os valores de germinação de *C. jamacaru* foram relativamente altos, embora, não ultrapassem os 90%, mesmo para os estágios mais avançados de maturação.

Em sementes de *C. jamacaru*, a germinação nos estágios finais, margeia os 80%, constatando que não há dormência pós-colheita nas sementes de mandacaru, ao contrário de outras cactáceas, como *Micranthocereus flaviflorus* (CIVATTI et al., 2013), porém, sua germinação não ultrapassa os 50%. A dificuldade está no fato da maioria das sementes de cactáceas possuírem uma camada lignificada, dificultando a relação de trocas líquidas e gasosas entre a semente e o meio, despertando interesse de pesquisadores, a fim de encontrar técnicas eficientes de superação de dormência (MARTINS, 2007; GUEDES et al., 2008; REIS et al., 2012; BARBARA et al., 2015; CIVATTI et al., 2015).

Com relação à Primeira contagem de germinação (figura 4B), as sementes mostraram-se mais vigorosas na medida que avançavam os estágios de maturação, principalmente para aquelas procedentes da área de Bananeiras, na maioria dos estágios, alcançando no quinto estágio, percentual de germinação de 85%; todavia, seu desvio padrão foi o que apresentou maior amplitude, aumentando a variabilidade dos dados. Dessa forma, as sementes procedentes da área de Bananeiras, PB, obtiveram os maiores percentuais de primeira contagem de germinação, indicando uma formação mais antecipada em relação a área de Tacima, PB; tais diferenças podem representar estratégias desenvolvidas como aperfeiçoamento do esforço reprodutivo desenvolvido pela espécie (HARPER et al., 1970).

Além disso, estudos sobre a interação entre tamanho, forma e número de sementes por fruto, indicam que essa relação pode limitar o desenvolvimento das sementes (HARPER et al., 1970), não sendo o caso da espécie estudada, uma vez que não houve diferença estatística na massa das sementes (figura 4D), embora tenha-se obtido valores distintos dentro de cada estágio de maturação. Em contrapartida, Barthlott & Hunt (2000), afirmam em seus estudos que há uma alta convergência entre a massa dos frutos e o bom desenvolvimento das sementes tendo, pois, um viés nutricional que contribui substancialmente para a formação estrutural da semente, que por sua vez, reflete

diretamente na formação de plântulas normais. Diante disso, é importante notar que mesmo não existindo interação significativa ($P > 0,5611$) para a Massa de sementes (Tabela 1), não se pode concluir que não houve efeito algum, podendo ter um efeito real, porém muito pequeno, ou mesmo, o experimento não foi realizado com bastante frequência para revelar isso na variável analisada (CUMMING et al., 2007).

Com relação ao comprimento de plântulas (figura 4C), houve efeito significativo dessa variável nos diferentes estágios de maturação ($P < 0,001$), onde as sementes da área de Bananeiras se destacaram, sobretudo, nos dois primeiros estágios de maturação. As sementes de *C. jamacaru* originárias de frutos colhidos nos estágios 4 e 5 de maturação, não diferiram estatisticamente em relação às áreas, apenas em relação aos estágios. Resultados semelhantes foram encontrados por Donato et al., (2015) obtendo comprimento de plântulas de melão, estatisticamente iguais nos estágios finais (II-11, 24A, III - 11,39A e IV-11,67A cm). Esse fenômeno é normal, haja vista que sementes que não completaram seus processos de amadurecimento, não geram plântulas vigorosas comparadas às aquelas colhidas em pontos adequados (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

As sementes colhidas nos estágios de maturação mais avançados 4 e 5, por serem estruturalmente mais complexas, possuem em sua composição, uma quantidade considerável de carboidratos, proteínas e lipídeos, compostos estes que se acumulam na semente, considerados um dos mais importantes (BUCKERIDGE et al., 2004; BERNARDES, 2010), servindo como fonte de energia que formam esqueletos de carbonos ocasionando a formação do tecido nas plântulas, o que pode acontecer com o *Cereus jamacaru* no início da formação da semente.

Especula-se que esse aumento do comprimento de plântulas pode estar relacionado ao fato que, durante este período, houve um alongamento substancial dos cloroplastos, formando espaços intercelulares delimitados pela lamela média, localizada na interface da parede celular (SUDA & GIORGINI, 2000; TAIZ & ZEIGUER, 2017). Resultados semelhantes foram encontrados não só em *Cereus jamacaru* (ALENCAR et al., 2012), como em outras espécies de cactáceas como *Pachycereus pringlei*, *Pachycereus pectenaboriginum*, *Carnegiea gigantea*, *Stenocereus thurberi* e *Stenocereus gummosus* (ORTEGA-NIEBLAS et al., 2001), porém, Alencar et al., (2012) investigando a mobilização de reservas de mandacaru durante as fases de germinação e crescimento, notaram que os componentes que se apresentaram em menor quantidade foram os açúcares solúveis e o amido, indicando que esses componentes não estão presentes nas fases iniciais

de desenvolvimento, podendo ser abstraído como consequência do aumento substancial no comprimento de plântulas.

Quanto à massa seca de plântulas (figura 4D), esta foi aumentando com o tempo, com destaque para as sementes procedentes de Bananeiras, como as mais vigorosas em todos os estágios de maturação, sendo a massa seca um dos principais indicadores de plântulas vigorosas (NAKAGAWA, 1999). A massa seca das plântulas elevou-se à medida que houve redução da umidade das sementes até atingir estabilidade, corroborando com resultados de Pereira et al., (2014) ao estudar a influência do estágio de maturação na qualidade fisiológica de pimenta (*Capsicum baccatum* L.) com base na sua coloração (verde intenso, verde amarelado, verde avermelhado e vermelho intenso), observaram que a massa seca foi crescente no estágio de vermelho intenso (45 dias; 0,5g), e a umidade reduziu progressivamente à medida que se aumentou a massa seca (25dias 42%; 35dias 39%; 45dias 36%).

Segundo Dias (2006) a semente recebe por meio de drenos, os produtos da fotossíntese, refletindo diretamente nos percentuais de matéria seca; quando esta atinge o seu ápice, transfere tais componentes da planta para a semente, reduzindo à proporção que a água vai sendo substituída por reservas (MARCOS FILHO, 2005). Carvalho; Nakagawa (2012) classificam a massa seca de plântulas como um dos principais parâmetros avaliativos de maturação fisiológica, porém devem-se buscar outros critérios, tendo em vista que podem ocorrer alterações fisiológicas, mesmo atingindo a matéria seca (CARVALHO, 2000). Como consequência, os componentes do esqueleto de carbono, são transferidos para o eixo embrionário, mormente na fase de germinação, proporcionando um maior peso seco, e consequentemente maior vigor para as plântulas.

No tocante a umidade (figura 4F), não houve diferença significativa ($p>0,9100$) entre os tratamentos; o grau de umidade das sementes para o estágio cinco para a área de Bananeiras, PB e Tacima, PB, variou entre 36,34% (Verde) 20,18% (Verde com roxo) para as duas áreas. É notório um aumento nos teores de água das sementes nos estágios iniciais de desenvolvimento. Para Marrocos et al., (2011) a umidade inicial é fator crucial no desenvolvimento fisiológico das sementes, sendo que as sementes em formação, possuem um teor elevado de umidade (ANDRADE et al., 2005), haja vista que sua formação acontece em grande parte em ambientes aquosos, da mesma forma o teor de água da semente sofre influência da umidade externa do ar, pois possuem capacidade higroscópica. Porém, em se tratando de frutos carnosos, ao atingirem a maturidade fisiológica, tendem a manter o teor de água elevado estabilizando-se ao se aproximarem dos estágios finais de

maturação (MARCOS FILHO, 2005). Igualmente, Abund et al., (2012) trabalhando com sementes de Xique xique (*Pilosocereus gounellei*) em câmaras frias armazenadas em papel e vidro, observaram que estas quando armazenadas em recipientes de papel por longos períodos, permitem o aumento da umidade, que em certos níveis gera um ambiente favorável ao fenômeno da germinação.

Apesar de não se encontrar diferenças significativas entre os estágios de maturação, é notório um aumento nos teores de umidade das sementes nos estágios iniciais de desenvolvimento. Para Marrocos et al., (2011) a umidade inicial é fator crucial no desenvolvimento fisiológico das sementes, estando estas em formação, possuem um teor elevado de umidade tendendo a se estabilizar ao se aproximarem dos períodos finais de maturação. O fato dos elevados valores do desvio padrão da média ($S_{\bar{x}}$) entre os estágios de maturação (Figura 4F) revela certo grau de incerteza quando associado aos valores da média. Esta condição pode estar relacionada, muitas vezes, à metodologia, sendo considerada, neste caso pouco trivial no estudo da morfologia de cactáceas.

Este trabalho faz parte da primeira geração de estudos sobre a maturação de frutos de mandacaru no Brejo paraibano, haja vista que estudos dessa natureza estão, em sua maioria, relacionados a espécies de interesse comercial (DAY, 2000; BEYER et al., 2002; LOPES et al., 2007; HOLDSWORTH et al., 2018). Ademais, evidenciou-se que os frutos em estágios mais avançados possuem propriedades mais satisfatórias como a sua cor e aparência suculenta, refletindo diretamente na preferência de possíveis consumidores, o que naturalmente está associado ao local de origem, demonstrados pelas diferenças no tamanho dos frutos provenientes de diferentes áreas.

A análise das características físicas dos frutos como o comprimento e o diâmetro é importante para os tratamentos de beneficiamento no período de pós-colheita; bem como, o tempo de colheita é importante, pois a espécie apresenta uma característica de abertura da casca ao finalizar a maturação, colheitas tardias, podem resultar em perdas no rendimento da polpa evidenciado em algumas frutas colhidas em estágio menores de maturação (Figura 4).

É esperado que as sementes provenientes de estágios mais avançados de maturação obtenham percentuais germinativos mais elevados, todavia, o adiantamento germinativo das sementes de *C. jamacaru* pode ser indicador de boa qualidade bem como, o resultado do esforço de adaptação e persistência da espécie no estabelecimento em ambientes mais hostis.

4 Conclusão

Os frutos de *Cereus jamacaru* mostram-se maiores e mais pesados nos estágios finais de maturação;

As sementes procedentes da área de Tacima-PB mostram-se mais viáveis nos dois últimos estágios de maturação e as de Bananeiras-PB mais vigorosas (primeira contagem de germinação) em todos os estágios de maturação;

O estágio 5 de maturação, com a predominância de frutos de coloração roxa, é o indicado para a colheita em ambas as áreas, pois as sementes apresentam maior qualidade fisiológica.

5 Referências Bibliográficas

ABUD, H. F. GONÇALVES, N. R. PEREIRA, M. S. SOUSA PEREIRA, D. REIS, R. G. E. BEZERRA, A. M. E. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*. **Brazilian Journal of Botany**, v. 1, n. 35, p.11-16, 2012.

ABUD, H. F. PEREIRA, M. S. GONÇALVES, D. S. P. BEZERRA, A. M. E. Germination and morphology of fruits, seeds and plants of *Cereus jamacaru* DC. **Journal of Seed Science**, v.1, n. 36, p. 310-315, 2013.

ABUD, H. F. PEREIRA, D. S. GONÇALVES, N. R. PEREIRA, M. S. BEZERRA, A. M. E. Armazenamento de sementes de xique-xique. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 473-479, 2012.

ALENCAR, N. L. M. INNECCO, R. GOMES-FILHO, E. GALLÃO, M. I. ALVAREZ-PIZARRO, J. C. PRISCO, J. T. OLIVEIRA, A. B. Composição da reserva de sementes e mobilização durante a germinação e estabelecimento inicial de mudas de *Cereus jamacaru* DC ssp. *jamacaru* (Cactaceae). **Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 3, 2012.

ALMEIDA, M. M. OLIVEIRA, A. S. AMORIM, B. C. FREIRE, R. M. OLIVEIRA, L. S. 2005. **Características Físicas e Físico-Químicas do Fruto do Mandacaru** (*Cereus Jamacaru* P. DC.). In: I Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutos Tropicais (SBPCFT), João Pessoa-PB, 2005.

ALMEIDA, M. M. de. SILVA, F. L. H. da. CONRADO, L. S. FREIRE, R. M. M. VALENÇA, A. R. Caracterização física e físico química de frutos do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 15-20, 2009.

ANDRADE, R. A. de. OLIVEIRA, I. V. M. MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de Pitaya vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p.168- 170, 2005.

BÁRBARA, E. P. S. SILVA, A. A. SOUZA, M. M. O. R. GURGEL, Z. E. R. MARCHI, M. N. G. BELLINTANI, M. C. Germinação e criopreservação de sementes de cactos nativos da Bahia. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 91-96, 2015.

BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. São Paulo. ed. USP, v.1, 1978.

BARTHLOTT, W. HUNT, D. **Seed-diversity in the Cactaceae subfamily Cactoideae**, p. 173, 2000.

BENTSINK, L. SOPPE, W. J. Molecular networks regulating the maturation of Arabidopsis seeds, post-ripening, dormancy and germination. **New Phytologist**, v. 179, p. 33-54, 2008.

BEYER, K. M. D. BARDINA, L. M. S. GRISHINA, G. M. S. HUGH A. Sampson, M. D. Identification of sesame seed allergens by 2-dimensional proteomics and Edman sequencing: Seed storage proteins as common food allergens. **The Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 110, p. 154-159, 2002.

BLEIROTH, E. W. **Tecnologia pós colheita de frutas tropicais**. Campinas. p. 203, 1992.

BRASIL – Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 2009. **Regras para análises de sementes**, Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 399p.

CARVALHO, N. M. de. NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. 4. ed. **Jaboticabal**: FUNEP, p. 588, 2000.

CAVALINI, F. C. Fisiologia do Amadurecimento, Senescência e Comportamento de goiavas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. **Tese (Doutorado)**. Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2008.

CHITARRA, I. F. CHITARRA, A. B. Pós-Colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. **Revista Ampla**, Lavras: UFLA, p. 785, 2005.

CHITARRA, I. F. CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. **Lavras**: ESAL, p. 293, 1990.

CISNEROS, A. GARCIA, R. B. TEL-ZUR, N. Ovule morphology, embryogenesis and seed development in three *Hylocereus species* (Cactaceae). **Flora Journal Elsevier**, p. 1086-1084, 2011.

CIVATTI, L. M. MARCHI, M. N. G. BELLINTANI, M. C. Conservação de Sementes de Cactos com Potencial Ornamental Armazenadas sob Diferentes Condições de Umidade e Temperatura. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 17-26, 2015.

CIVATTI, L. M. MARCHI, M. N. G. BELLINTANI, M. C. Quebra de dormência em sementes de *Micranthocereus flaviflorus* (Cactaceae). **64º Congresso Nacional de Botânica**, Belo Horizonte. Novembro de 2013.

COOMBE, B. G. The Development of Fleshy Frut. **Revista Plant Physiol**, v. 27, p. 28, 1976.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2005c. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Boa Vista, estado da Paraíba. João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda (Orgs.). Recife: CPRM/PRODEEM, p.11.

CUMMING, G. FIDLER, F. VAUX, D. L. Error bars in experimental biology. **The Journal of Cell Biology**, v. 177, n. 1, p. 7-11, 2007.

DAY, J. Development and maturation of sesame seeds and capsules. v. 66. CSIRO **Tropical Agriculture**, p. 1-9, 2000.

DIAS, D. C. F. Tomato seed quality harvested from different trusses. **Seed Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 681-689, 2006.

DONATO, L. M. S. RABELO, M. M. SOUZA DAVID, A. M. S. de. ROCHA, A. F. ROCHA, A. S. BORGES, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de melão em função do estágio de maturação dos frutos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, P. 49-56, 2015.

FENNER, M. **Seed ecology**, London: Chapman & Hall, 1993.

GONÇALVES, V. D. MÜLLER, D. H. FERREIRA FAVA, C. L. CAMILI, E. C. Maturação Fisiológica de Sementes de Pimenta ‘Bode Vermelha’. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 28, n. 3, p. 137-146, 2015.

GONDIM, P. J. S. SILVA, S. M. PEREIRA, W. E. DANTAS, A. L. CHAVES NETO, J. R. SANTOS, L. F. dos. 2013. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 17, p. 1217-1221, 2013.

GUEDES, R. S. ALVES, E. U. GONÇALVES, E. P. VIANA, J. S. MOURA, M. F. LIMA, C. R. de. Tratamento Pré-germinativo em sementes de *Opuntia ficus-indica* MILL. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 3, n. 1, 2008.

GUEDES, R. S. ALVES, E. U. GONÇALVES, E. P. BRUNO, R. de L. A. BRAGA JÚNIOR, J. M. MEDEIROS. M. S. Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 159-164, 2009.

HARPER, J. L. LOVELL, P. H. MOORE, K. G. The shapes and sizes of seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 1, p. 327-356, 1970.

HOLDSWORTH, M. J. DEWAN, S. MIJNSBRUGGE, K. V. FENNE, P. STEENACKERS, M. MICHIELS, B. VERHYEN, K. Maternal temperature during seed maturation affects seed germination and timing of bud set in seedlings of European black poplar. **Forest Ecology and Management**, p. 126-135, 2018.

HUNT, D. TAYLOR, N. CHARLES, G. **The new cactus lexicon**. Milborne: DH Books, v. 2, 2006.

LOPES, J. C. BONO, G. M. ALEXANDRE, R. S. MAIA, V. M. Germinação e vigor de plantas de maracujazeiro 'amarelo' em diferentes estádios de maturação do fruto, arilo e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, 2007.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq. p. 495, 2005.

MARROCOS, S. T. P. Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 272-278, 2011.

MARTINS, D. MARTINS, C. CARBONARI, A. Qualidade fisiológica de sementes de leiteiro (*peschiera fuchsiaefolia*) em função do estágio de maturação dos frutos. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 4, p. 539-544, 2004.

MARTINS, L. S. T. Germinação de sementes de *Pilosocereus arrabidaei* (Lem.) Byl. e Row (Cactaceae) de Arraial do Cabo. **Dissertação de Mestrado**, Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico, 2007.

MEIADO, M. V. Germinação de Sementes de Cactos do Brasil: Fotoblastismo e Temperaturas Cardeais. **ABRATES (Infomativo)**, v. 22, n. 3, 2012.

MELO, R. S. SILVA, S. M. SOUZA, A. S. B. LIMA, R. P. DANTAS, R. L. FIGUEIREDO, V. M. A. Maturação e qualidade de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru*) de diferentes bioclimas do estado da Paraíba. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 160-168, 2017.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F. C. VIEIRA, R. D. FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Capítulo 2, p. 1-24. 1999.

NASCIMENTO, W. FREITAS, R. Produção de sementes de pimentas. In: RIBEIRO, C. S. Cultivo de pimentas (*Capsicum* spp.) no Brasil. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, p. 30-39, 2006.

NEGREIROS, J. R. S. WAGNER JÚNIOR, A. ÁLVARES, V. S. COSTA E SILVA, J. O. NUNES, E. S. ALEXANDRE, R. S. PIMENTEL, L. D. BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 21-24, 2006.

NUNES, V. X. DIAS, V. F. COTRIM, E. S. SANTOS, A. O. OLIVEIRA, C. G. Caracterização físico química de frutos de palma gigante em diferentes estágios de maturação. **VII CONNEPI, Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 2012.

OHTO, M. A. FLOYD, S. FISCHER, R. GOLDBERG, R. B. HARADA, J. The effects of apetalas on the development of embryos, endosperms and seed coats determine the size of the seed in *Arabidopsis*. **Plant Reproduction**, v. 22, p. 277-289, 2009.

ORTEGA-NIEBLAS, M. MOLINA-FREANER, F. ROBLES-BUGENO, M. D. R. VÁZQUEZ-MORENO, L. Composição imediata, qualidade protéica e composição de óleo em sementes de cactos colunares do deserto sonorano. **Journal of Food Composition Analysis**, v. 14, p. 575-584, 2001.

PEREIRA, F. E. C. B. TORRES, S. B. SILVA, M. I. L. GRANGEIRO, L. C. BENEDITO, C. P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. ed. 14. Piracicaba. Degaspari. p. 477, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. 2. ed. Brasília: s.n. 289 p. 1985.

REIS, M. V. PÊGO, R. G. PAIVA, P. D. O. ARTIOLI COELHO, F. A. PAIVA, R. Germinação in vitro e desenvolvimento pós-seminal de plântulas de *Pilosocereus aurisetus* (Werderm.) Byles & G.D. Rowley (*Cactaceae*). **Revista Ceres**, Viçosa. v. 59, n. 6, p. 739-744, 2012.

ROCHA, E. A. AGRA, M. F. Flora do Pico do Jabre, Brasil: Cacteaceae juss. **Acta Botânica Brasileira**, n. 16, p.15-21, 2002.

SILVA, A. C. C. **Pitaya: Melhoramento produção de Mud**as. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. v. 1, p. 132, 2014.

SUDA, C. N. K. GIORGINI, J. F. Composição da reserva de sementes e mobilização durante a germinação e desenvolvimento inicial de mudas de *Euphorbia heterophylla*. **Brazilin Jornal of Plant Physiology**, v. 12, p. 226-245, 2000.

TAIZ, L. ZEIGUER, E. Estresse Abiótico. In: MITTLER, RON. Editor. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed, 2017.

CAPÍTULO II
Qualidade fisiológica de sementes de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.)
associada à salinidade da água

BARBOSA NETO, Miguel Avelino. **QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MANDACARU** (*Cereus jamacaru* P. DC.) ASSOCIADA À SALINIDADE DA ÁGUA. 2018. **Orientador (a):** Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

Resumo:

O mandacaru (*Cereus jamacaru*) é uma das cactáceas de abrangência no bioma Caatinga, espécie nativa, que desempenha funções no equilíbrio ecológico servindo de alimento para animais e pequenos insetos, assim como é utilizada para alimentação de gado bovino, em épocas de seca prolongada, adaptada a ambientes secos e em alguns casos, a solos com elevado teor salino. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da salinidade na qualidade fisiológica de sementes de mandacaru (*Cereus jamacaru*) provenientes de três áreas da caatinga do agreste paraibano (Tacima, Bananeiras e Remígio). A colheita dos frutos foi realizada nas matrizes selecionadas aleatoriamente, em estágio de maturação 5 (Roxo predominante). Os frutos de mandacaru foram acondicionados em caixas térmicas refrigeradas e imediatamente conduzidos ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS); para separar a semente da polpa, utilizou-se peneira de aço inox de 1,0 mm em água corrente, em seguida foram postas para secar em papel toalha a temperatura ambiente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial de 3 x 8, sendo três áreas e oito níveis de água salina (NaCl^+). Os dados obtidos das variáveis Germinação, Primeira contagem, Índice de velocidade de germinação, Tempo médio, Comprimento de plântulas, Massa seca de plântulas e Conteúdo relativo de água, foram submetidos análise de variância pelo teste de F sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e a 5% de probabilidade. A germinação não diferiu estatisticamente quando submetidas as concentrações salinas; houve efeito negativo na primeira contagem de germinação para a área 1 demonstrando efeito negativo na contagem de plântulas normais, diferentemente das áreas 2 e 3 ($p < 0,008$) e ($p < 0,004$) respectivamente. Para a massa fresca houve interação nas três áreas de coleta, área 1 ($p < 0,002$), área 2 ($p < 0,001$) e área 3 ($p < 0,001$) mostrando-se mais vigorosas do ponto de vista de suculência; não houve interação na massa seca das plântulas. Observou-se um aumento no conteúdo relativo de água nas maiores concentrações de NaCl^+ (CE 5 dS m^{-1}) em cerca de (90%), o que simula a seca fisiológica nas plantas, o que não provocou danos graves nas plântulas de *Cereus jamacaru*. Esses valores demonstram um padrão de vigor aceitável nas plantas de *C. jamacaru*, sendo que o sal não agravou nas transferências de reservas de massa das plântulas, constatados pela estabilidade da massa seca, favorecendo a ocorrência dessa planta em ecossistemas com teores elevados de sal.

Palavras chave: Ecologia, Sais, Cactaceae

BARBOSA NETO, Miguel Avelino. **PHYSIOLOGICAL QUALITY OF MANDACARU SEEDS** (*Cereus jamacaru* P. DC.) **ASSOCIATED WITH WATER SALINITY**. 2018. **Advisor:** Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

Abstract:

The Mandacaru (*Cereus jamacaru*) is one of the cacti of the Caatinga biome, native species, which performs functions in the ecological balance serving as food for animals and small insects, as it is used for feeding cattle, in times of prolonged drought, adapted to dry environments and in some cases to soils with high saline content. The objective of this work was to evaluate the effect of salinity on the physiological quality of Mandacaru (*Cereus jamacaru*) seeds from three areas of the Caatinga do Agreste Paraíba (Tacima, Bananeiras and Remígio). The fruits were harvested at the matrices selected at random, at maturation stage 5 (predominant purple). The mandacaru fruits were packed in refrigerated thermal boxes and immediately led to the Laboratory of Seed Analysis (LAS); to separate the seed from the pulp, a 1.0 mm stainless steel sieve was used in running water, then put to towel paper at room temperature. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme of 3 x 8, being three areas and eight levels of saline water (NaCl^+). The data obtained from the variables Germination, First Count, Germination Speed Index, Mean Time, Seedling Length, Seedling Dry Mass and Relative Water Content were submitted to analysis of variance by the F test and the means were compared by the Tukey test at 1 and 5% probability. Germination did not differ statistically saline when were submitted concentrations; there was a negative effect on the first germination count for area 1, showing negative effect on normal seedlings, differently from areas 2 and 3 ($p < 0.008$) and ($p < 0.004$), respectively. For the fresh mass there was interaction in the three collection areas, area 1 ($p < 0.002$), area 2 ($p < 0.001$) and area 3 ($p < 0.001$) showing to be more vigorous from the point of view of succulence; there was no interaction in the dry mass of the seedlings. An increase in the relative water content at the highest concentrations of NaCl^+ ($\text{CE } 5 \text{ dS m}^{-1}$) was observed in about (90%), which simulates the physiological drought in the plants, which did not cause serious damage to *Cereus jamacaru* seedlings. These values demonstrate an acceptable vigor pattern in *C. jamacaru* plants, being that the salt did not aggravate in the transfers of mass reserves of the seedlings, verified by the stability of the dry mass, favoring the occurrence of this plant in ecosystems with high levels of salt.

Keywords: Ecology, Salts, Cactaceae

1 Introdução

A salinidade dos solos é um dos grandes problemas da agricultura brasileira e mundial (CHEN et al., 2012), no Brasil essa problemática é extremamente importante para a produção vegetal sobretudo na região nordeste do país, sendo os fatores climáticos como a baixa precipitação e alta evapotranspiração cruciais para o agravamento desse problema que tem custado o esforço científico de muitos pesquisadores (COELHO et al., 2014). Com o passar do tempo o excesso de sal vai se agravando tornando o solo inapropriado para a agricultura, o que compromete os mecanismos fisiológicos da planta causando estresse osmótico, resultando em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais, sendo consequentemente abandonados pelos donos (CAVALET et al., 2013).

Porém, a alternativa mais eficaz, pelo menos de forma momentânea, é a utilização de espécies mais tolerantes as condições preestabelecidas. Uma cultura que pode ser usada nessas condições é o mandacaru, cactácea de ocorrência na região, espécie de grande importância para a biodiversidade, sendo seus frutos utilizados pelos animais e pássaros silvestres; além de ser usada, muitas vezes, pelos agricultores na alimentação de gado bovino (CAVALCANTI & RESENDI, 2007).

O mandacaru desenvolve-se nas áreas mais secas inseridas na região semiárida do Nordeste brasileiro, em sua maioria solos rasos, multiplicando-se regularmente sobre rochas. Sua distribuição ocorre em vários estados no Brasil, sobretudo no Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia (LIMA, 1996).

O predomínio da planta de mandacaru se deve ao fato da sua adaptação fisiológica, sobrevivendo à secas prolongadas e, servindo de alimento animal nos períodos de longas estiagens (LIMA, 1996), além de tais utilidades, o consumo dessas plantas pelos seres humanos pode trazer uma série de benefícios, por possuírem propriedades vasodilatadoras, de grande importância para os hipertensos, além de propriedades a exemplo de norepinefrina (monoaminas que influencia o humor, a ansiedade e o sono) trazendo consequências positivas em testes com roedores. Seus frutos são fonte de alimento para os insetos; e, ainda pela capacidade de armazenar água em seus cladódios, que em muitas ocasiões no passado foram usadas para construção de casas (LEAL SALES et al., 2014). Tais aspectos são suficientemente relevantes para a produção e estudo dessa espécie, de modo que possam refletir positivamente nas regiões de população mais carente.

Apesar do grande potencial do mandacaru (*C. jamacaru*), ainda são poucas as pesquisas voltadas para a domesticação dessa espécie, o que ainda é considerada uma

espécie nativa e pouco se sabe sobre suas respostas fisiológicas e bioquímicas, sobretudo em condições de estresse salino e no desenvolvimento de plântulas, o que é considerado crucial para o estabelecimento em campo (BROGER, 2003).

Os carboidratos, as proteínas e os lipídeos são compostos de reservas que se acumulam na semente, sendo esses processos um dos mais importantes para a adaptação das plantas as condições desfavoráveis impostas pelo ambiente; tais reservas servem como fonte de energia, assim como fontes de esqueletos de carbono, ocasionando a formação dos tecidos nas plantas (BUCKERIDGE et al., 2004; BERNARDES, 2010). Todavia, um dos problemas mais comuns nas regiões áridas é a salinidade, sabe-se hoje que o excesso de sal pode ocasionar alterações significativas no metabolismo inibindo assim a mobilização de reservas das plantas (MARQUES et al., 2011; ARAÚJO, 2013).

Não são muitas as informações sobre os mecanismos utilizados por essas espécies durante o estresse salino (NaCl^+), tal fato se torna importante para se obter conhecimentos de quais danos o sal pode ocasionar na espécie de *C. jamacaru*, tendo em vista que a fase de germinação e estabelecimento de plântula é essencial para o sucesso na produção de mudas, entender tal fato é importante para a domesticação da espécie e o melhoramento genético.

Com base nas considerações anteriores, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da salinidade na qualidade fisiológica de sementes de *Cereus jamacaru* P. DC. oriundas de diferentes áreas.

2. Material e Métodos

2.1 Caracterização dos locais de pesquisa

A coleta dos frutos e sementes foi realizada em três áreas localizadas no agreste da Paraíba. A primeira na cidade de Tacima, mais precisamente na fazenda volta grande. A segunda em Bananeiras, no Sítio Umburana localizado a 12km da cidade. E a terceira em Remígio. A escolha das áreas se deu devido à presença de matas tipo caatinga com diferentes sucessões ecológicas, sendo encontradas em todas alta densidade da espécie.

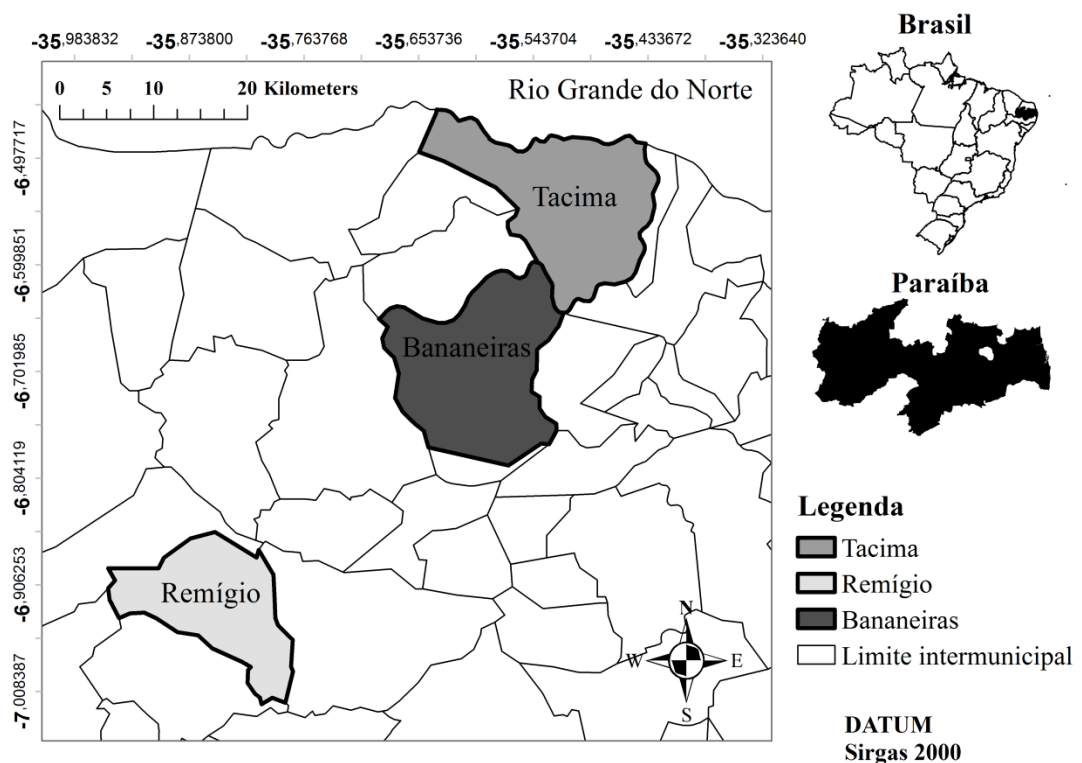


Figura 1. Localização geográfica de coleta de frutos de (*Cereus jamacaru* P. DC.). (*Cactaceae*) nos diferentes municípios do agreste do estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.

A área de caatinga de Tacima localizada na meso região do agreste paraibano e na microrregião do Curimataú ocidental, tem como coordenadas geográficas S6° 30' 380'' latitude sul e W 035° 39' 882'' de longitude leste; encontra-se em uma altitude média de 368m acima do nível do mar (IBGE, 2010). Esse município apresenta tipo climático caracterizado por ser um clima tropical com estação chuvosa no inverno e seca no verão. A vegetação presente é composta por plantas subcaducifólias e Caducifólia originária do agreste paraibano (Figura 2).

A área de caatinga de Bananeiras tem coordenadas geográficas 06° 45' 00" S latitude sul e 35° 38' 00" W latitude leste, localizando-se a 520m acima do nível do mar. Essa região se caracteriza por possuir uma área de Brejo de altitude localizados na sede, porém, as áreas de interesse estão localizadas a 12km da cidade (Figura 3).

A cerca de 36,9 km da cidade de Campina Grande a vegetação da área de Remígio se difere um pouco da área de caatinga de Bananeiras, apresentando clima predominantemente seco a maior parte do ano, a quantidade de indivíduos da espécie de mandacaru apresenta-se visualmente inferior em relação as demais áreas (Figura 4).



Figura 2. Vegetação da área de Caatinga de Tacima, PB, Fazenda Volta Grande; planta de *Cereus jamacaru* P. DC.



Figura 3. Vegetação da área de Caatinga de Bananeiras, PB; planta de *Cereus jamacaru* P. DC. a 12km da UFPB campus III.



Figura 4. Vegetação da área de caatinga de Remígio, PB; planta de *Cereus jamacaru* e *Pilocereus pachycladus*; área localizada a 16km da UFPB campus II, Areia

Os frutos foram colhidos em estágio de coloração 5 (roxo predominante), sendo as matrizes selecionadas aleatoriamente em cada área, e os frutos acondicionados em caixas térmicas refrigeradas para maior conservação dos mesmos; o experimento foi realizado no Laboratório de Análise de sementes (LAS), da Universidade Federal da Paraíba no Centro de Ciências Agrárias campus II (UFPB/CCA) em Areia, PB. Ao chegarem, os frutos foram imediatamente abertos e despolpados, para extração da semente com ajuda de uma peneira fina ao qual as sementes foram postas em água corrente e em seguida, colocadas em papel toalha a temperatura ambiente por aproximadamente 4 dias.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial 3 x 8, sendo três áreas de coleta e oito concentrações de cloreto de sódio 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 CE dS m⁻¹.

2.3 Teste de Germinação (G)

Em cada área, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, em cada nível de sal. O substrato utilizado foi papel *germitest*, previamente umedecido com 2,5 vezes o seu peso seco, com a devida solução salina e suas concentrações, os papeis, com dimensão de 12 x 22 cm, foram enrolados na forma de rolos, protegidos em bolsas plásticas transparentes e os rolos acondicionados em germinadores com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram realizadas diariamente computando-se ao final de 14 dias o percentual de sementes germinadas com suas estruturas normais (BRASIL, 2009).

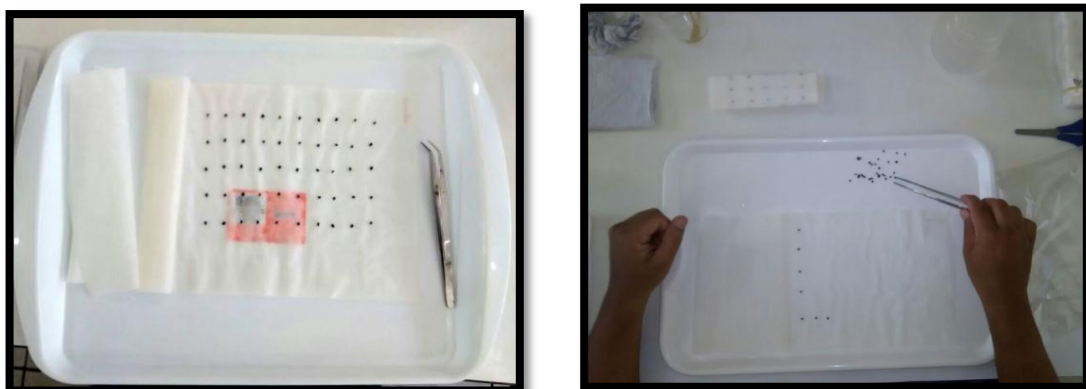


Figura 5. Sementes de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) em papel *germitest* para acondicionar em BOD a 25°C.

2.4 Primeira contagem de germinação (PCG)

Conduzida juntamente com o teste de germinação quando foram computadas todas as plântulas normais no quarto dia após a semeadura, e os dados expressos em porcentagem.

2.5 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Para mensurar o índice de velocidade de germinação foram realizadas as contagens diárias de plântulas normais durante 14 dias de observação, sendo calculada com a fórmula de Maguire (1962).

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (G_n/N_n)$$

Onde:

IVG: Índice de velocidade de germinação;

G1, G2, G3,...,Gn= número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

N1, N2, N3,...,Nn= número de dias da semeadura, a primeira, segunda, terceira e última contagem.

2.6 Tempo médio de germinação (TMG)

O tempo médio de germinação foi mensurado através das contagens diárias das sementes germinadas até o décimo quarto dia após a semeadura calculado através da fórmula proposta por Carvalho (2009):

$$TMG = \Sigma (n_i t_i) / \Sigma n_i$$

Onde:

TMG: tempo médio de germinação;

n_i: número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

t_i: tempo decorrido entre o início da germinação.

2.7 Comprimento de plântulas (CP)

Ao final do teste de germinação foi mensurado o comprimento de plântulas normais de cada repetição, e selecionadas aleatoriamente 15 plântulas de cada repetição, medidos com o auxílio de um paquímetro digital de fibra de carbono de 150mm.

2.8 Massa seca de plântulas (MSPL)

Após a avaliação do comprimento, as plântulas foram colocadas em sacos de papel e acondicionadas em estufa à temperatura de 85°C por 48h, após esse período, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g (NAKAGAWA, 1999).

2.9 Conteúdo Relativo de Água (CRA)

A avaliação do conteúdo relativo de água foi baseada na metodologia descrita por Cairo (1995), as partes das plântulas não foram separadas, pois as radículas são muito pequenas, em seguida as plântulas foram pesadas em balança analítica. O valor mensurado foi designado de massa fresca (MF₁), logo após, o material foi levado para recipientes, contendo 50ml de água deionizada mantido em repouso, iluminado com luz ambiente, e temperatura de 25°C durante 6 horas (figura 6). Após as seis horas, as partes túrgidas foram colocadas em papel e postos para secar sendo levemente pressionadas para eliminar o excesso de água e pesados novamente para quantificar a massa túrgida (MF₂).



Figura 6. Plântulas de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) em repouso para determinação de massa túrgida (MF₂).

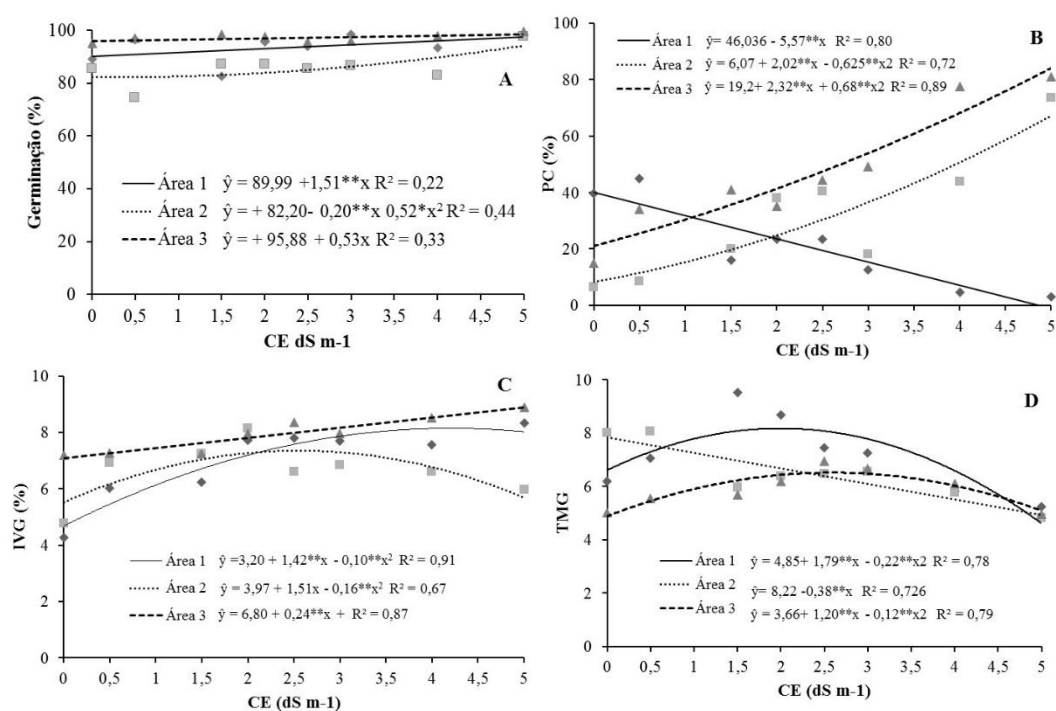
Após a pesagem, as plântulas foram colocadas em sacos de papel e acondicionadas em estufa a 85°C, com circulação de ar, por um período de 48 horas. Em seguida, o material foi pesado e, assim, obtida a massa seca (MS). Essa variável foi calculada através da fórmula: $(MF-MS/MF_2-MS) \times 100$.

2.10 Análise estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial 3 x 8, sendo os tratamentos constituídos por três áreas (Tacima, Bananeiras e Remígio, PB) e oito níveis de concentração salina NaCl^+ (0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 e 4 dS m^{-1}). Os dados foram analisados estatisticamente através do teste de F a 1 e 5% de probabilidade, em relação as variáveis quantitativas, estas foram submetidas a análise de variância com desdobramento em regressão polinomial, e, em relação as variáveis qualitativas foi aplicado o teste de comparação de médias (Tukey) $p < 0,05$. Os dados foram analisados no programa estatístico Sisvar[®].

3 Resultados e discussão

A germinação das sementes de *Cereus jamacaru* não diferiu estatisticamente quando submetidas a diferentes concentrações de NaCl^+ (0; 0,5; 1,5; 2; 2,5; 3; 4 e 5 dSm^{-1}). Com relação ao local de coleta também não houve diferença, as sementes colhidas nas três áreas se comportaram de maneira semelhante quando expostas a salinidade, sendo que as sementes colhidas nas populações de Tacima e Remígio, PB (áreas 1 e 3) respectivamente, apresentaram germinação em 100% mesmo na máxima concentração de sal 5 dSm^{-1} (Figura 7A).



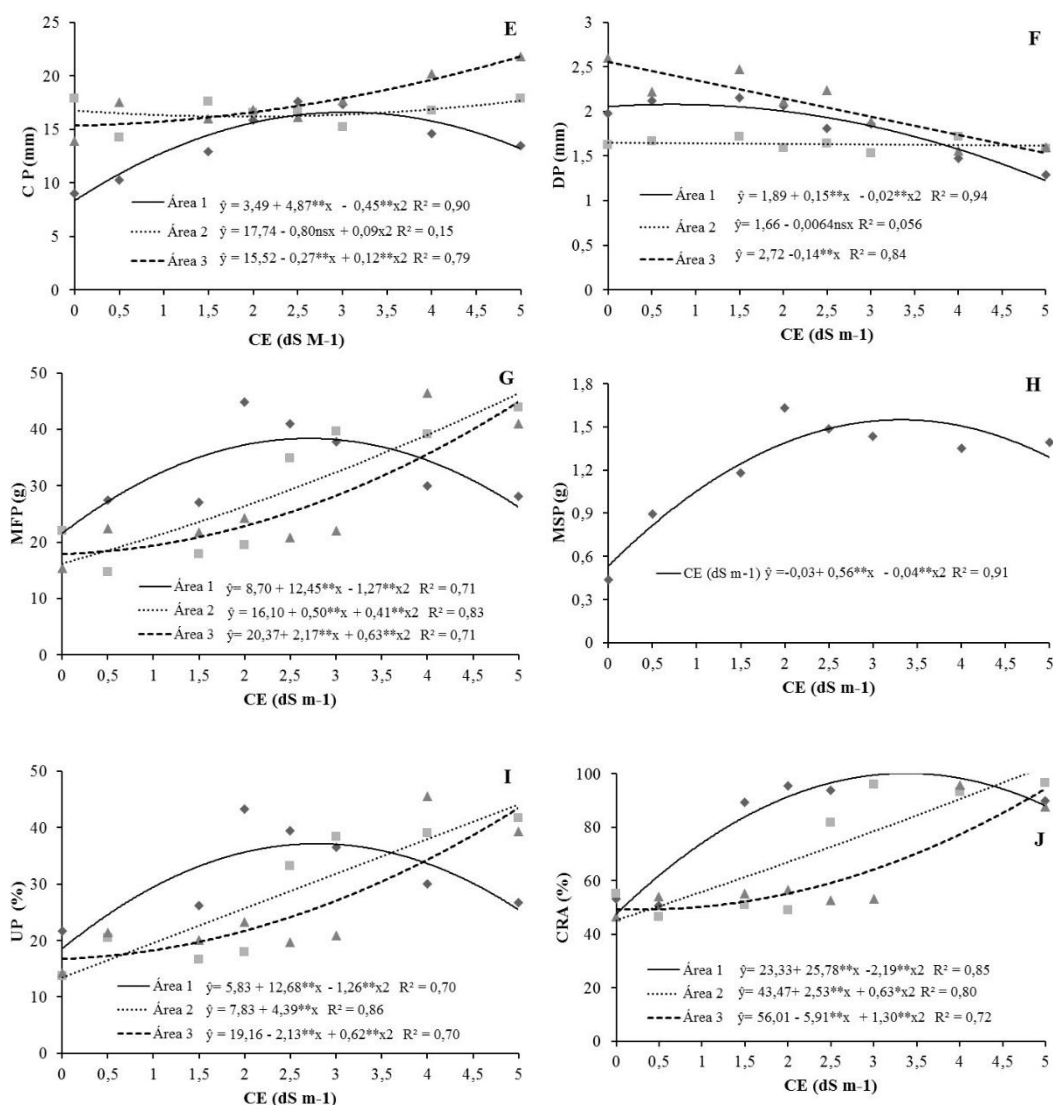


Figura 7. Qualidade fisiológica de sementes de Mandacaru (*Cereus jamacaru*) submetidas a diferentes concentrações salinas diluídas com NaCl^+ em três áreas (1= Tacima; 2= Bananeiras e 3= Remígio) A- Germinação (G); B- Primeira contagem de germinação (PCG cm); C- Índice de velocidade de germinação (IVG); D- Tempo médio de germinação (TMG); E- Comprimento de plântula (CPcm); F- Diâmetro de plântulas (DPcm); G- Massa fresca de plântulas (MFP); H- Massa seca de plântulas (MSP); I- Umidade de plântulas (UP %); J- Conteúdo relativo de água (CRA %).

O máximo de germinação ocorre quando ao final das avaliações existe um maior número de sementes germinadas, processo que se caracteriza pela protrusão da raiz primária, tal fenômeno acontece quando o teor de água da semente excede um determinado valor onde ativa os processos metabólicos, o que dar início ao crescimento do eixo embrionário (TAMBELINI & PEREZ, 1998). A água é indispensável na germinação, sendo considerada como principal ativador desse processo, porém, se for uma água salina, o sal pode atrapalhar a germinação, considerando que a água é atraída para o local de maior concentração salina, tendo, pois, mais sal no meio externo da semente (MUNNS, 2002), o que não foi constatado no presente trabalho. Esses resultados corroboram com os

observados por Lima (2017) avaliando a germinação de *Cereus jamacaru* em diferentes concentrações de NaCl^+ (0, 3, 6, 9 e 12 dS m^{-1}) não notou decréscimo na germinação, porém, na última concentração (12 dS m^{-1}) a germinação obteve uma leve queda, concluindo que a germinação é afetada negativamente pelo aumento do sal, todavia, outras variáveis a exemplo do TMG apresentaram melhor desempenho com o aumento do sal, obtendo-se sementes germinadas em menor tempo.

Em trabalho realizado por Meiado (2012), com estresse salino em sementes de Coroa-de-frade (*Melocactus sergipensis* N.P.) foi observada redução significativa na germinação com o aumento da concentração salina nos tratamentos (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa); obtendo-se nas três últimas concentrações (-0,6ab; -0,8bc e -1,0c MPa), redução nos percentuais de germinação (80%, 57% e 20%), respectivamente. Avaliando também outras variáveis como o tempo médio de germinação ($F_{5,18} = 83,35$; $P < 0,0001$), outros autores também mencionaram que o sal causa efeitos negativos no vigor de sementes de culturas como Triticale (*Triticosecale Wittmack*); Grama *Sporobolus virginicus* (L.); Salgadeira (*Atriplex halimus* L.) e Cevada (*Hordeum vulgare*) (ABDUL et al., 1992; BREEN et al., 1997; ABBAD et al., 2004; EL-TAYEB, 2005) que não corresponde aos dados apresentados na Figura 7a.

Molares et al., (2015) explanaram em seu trabalho com *Pachycereus pecten-aboriginum* a fragilidade de tais espécies de *cactus* a ambientes salinos, particularmente em estágio de semente e início do crescimento vegetativo, descortinando o pressuposto que as sementes de *C. jamacaru* seguem os padrões típicos equivalentemente às demais cactáceas.

Não há dados sobre o teor de sal no solo dos locais de coleta, porém é possível que nessas áreas, a salinidade possa chegar a níveis elevados, pois se caracterizam por apresentarem alta evaporação de água na maior parte do ano, o que possivelmente resulta em maior acúmulo de sal no solo (FASSBENDER & ORNEMISZA, 1987), o que se pode comentar na verdade, é que o *C. jamacaru* é capaz de germinar mais rapidamente em solos com salinidade acima de 5 dS m^{-1} , sendo considerado um espécime halotolerante.

Esse fenômeno também é observado em outras espécies de cactáceas do tipo colunares como *Pachycereus pringlei* (NOLASCO et al., 1996), em contrapartida *Ferocactus peninsulae* é altamente sensível a salinidade (SALLES, 1987); dessa forma, pode-se perceber que a resposta à germinação da semente em determinados ambientes está relacionado diretamente à sua distribuição e abundância da espécie, sendo que o arranjo de *C. jamacaru* em ecossistemas naturais, pode estar ligado as respostas satisfatórias à

germinação, em condições ambientais “desfavoráveis”, em referência a maioria das cactáceas.

Não se pode isolar a distribuição de *C. jamacaru* apenas pela salinidade, sendo que a ausência ou presença pode estar concatenada a um ou a vários outros fatores para a sobrevivência das plântulas, bem como o estabelecimento de novos indivíduos. A elevada produção de frutos por indivíduo, e de sementes por fruto, bem como, alta capacidade de germinação das sementes, sofre influência de fatores ambientais, o que pode compensar o baixo nível de indivíduos remanescentes e a ampla distribuição da espécie nos locais de estudo (MEIADO et al., 2008).

Nascimento et al., (2013) avaliaram a germinação de várias espécies do gênero de *Discocactus* submetidas a salinidade em diferentes concentrações de NaCl^+ , notaram que para o tempo médio de germinação a espécie *Discocactus petr-halfari* obtiveram germinação 95% na concentração de 0,0 MPa em 4 dias, sendo que a mesma espécie na concentração de -0,6 MPa obteve a mesma porcentagem de germinação em 6 dias; ao avaliar a espécie de *Discocactus zehntneri* na concentração de 0,0 MPa obteve-se uma germinação de 95% no quinto dia de avaliação e na concentração de -0,6 MPa, a mesma porcentagem no décimo primeiro dia. *Discocactus bahiensis* obteve resultados de 69% de germinação no sétimo dia em 0,0 MPa, concluindo que a adição de sal não afetou negativamente a germinação das sementes dessas três espécies de *cactus*; tal característica favorece ao estabelecimento da espécie em determinadas regiões.

Poda et al., (2017) analisando as sementes de *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae), trabalharam com concentrações elevadas de sal (0; 125; 250; 500 mM) e observaram redução na germinação à medida que se aumentou a concentração salina, sendo que as sementes *O. ficus-indica* podem germinar em uma concentração de 500 mM, o equivalente a 44 dS m^{-1} de NaCl^+ ; à vista disso, as sementes de *O. ficus indica* tem a capacidade de recuperar a germinação mesmo após a exposição a ambientes salinos, decorrendo também, diferenças inter-populacionais, semelhantes aos resultados constatados no presente trabalho.

Os resultados referentes à primeira contagem de germinação (figura 7b) mostram que houve decréscimo no vigor das sementes procedentes da área 1 à medida que aumentaram as concentrações salinas, tendo, assim, efeito negativo na porcentagem de plântulas normais aos 4 dias após a instalação do teste. A exposição das plântulas a ambientes salinos pode provocar efeitos diversos na permeabilidade da membrana o que pode ter contribuído para a redução na porcentagem de germinação e, consequentemente

no vigor das sementes (GREENWAY & MUNNS, 1980). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza Lima (2005) trabalhando com cultivares de arroz (*Oryza sativa*), BRS Bojurú e IAS 12-9 Formosa (tolerante ao sal) e BRS Agrisul e BRS 6 Chuí (sensíveis ao sal), submetidas a quatro concentrações de NaCl^+ (0, 25, 50, 75 e 100 mM); notou que houve decréscimo na contagem final da germinação aos 14 dias, em função do aumento da concentração salina, principalmente para a BRS 6 Chuí na dose de 100 mM o equivalente a 8,83 dS m⁻¹, na IAS 12-9 Formosa nas concentrações de 75 e 100 mM de NaCl^+ , o que sugere que o sal afeta o desenvolvimento de plântulas normais diminuindo o vigor das sementes.

As sementes coletadas nas áreas 2 e 3, apresentaram valores elevados na primeira contagem de germinação com o aumento da concentração salina (área 2- 78%; área 3- 60%) nos níveis 3 e 4, respectivamente. Esse fenômeno ocorreu, possivelmente, devido as sementes de mandacaru das áreas de Bananeiras (2) e Remígio (3) utilizarem o cloreto de sódio NaCl^+ como nutriente, pelas áreas possuírem uma maior quantidade de sal no solo em relação à área de Tacima-PB. O mesmo ocorre com algumas espécies de tomate, trigo e cevada onde geralmente aumenta a contagem após a germinação (MAAS & HOFFMANN, 1977). Ao que se nota, na Figura 7B, as sementes não germinadas nas condições de estresse salino, não manifestaram tal fenômeno, justamente onde os valores de potencial osmótico (CE) foram aumentando progressivamente na área 1 (SANTOS et al., 2002), sugerindo que apenas as sementes dessa área foram mais suscetíveis aos efeitos tóxicos do sal.

Para a variável Índice de velocidade de germinação (IVG), observa-se que houve diferença significativa nas áreas 1, Tacima e 2, Bananeiras ($p < 0,001$) e não houve diferença na área 3 localizada em Remígio – PB ($p > 0,712$) conforme se observa na Figura 7C. As sementes das áreas 1 e 3 apresentaram uma germinação mais rápida quando comparadas com as da área 2, mesmo na presença de sal a uma concentração de 8 dSm⁻¹ detiveram um maior índice de germinação, sendo portanto mais vigorosas, pois quanto maior a velocidade de germinação, mais vigoroso o lote de sementes. O conhecimento de fatores abióticos como a salinidade e a resistência das sementes aos mesmos, são importantes para reconhecer em quais áreas essas espécies são destinadas a se perpetuar (ROJAS-ARÉCHIGA; MANDUJANO, 2008).

Em algumas espécies comerciais como o trigo (*Triticum aestivum*), por exemplo, sua capacidade de germinação é inibida na presença do sal, porém, a adição de extratos de cactáceas resistentes à salinidade pode promover uma germinação mais eficiente dessas

espécies. Rai et al., (2017) realizaram um trabalho utilizando diferentes extratos de plantas com objetivo de proteger essas bactérias presentes no solo e concluíram que os extratos da cactácea *Opuntia ficus-indica* conferiram maior proteção para as bactérias em relação as demais espécies *Glycine betaine* (GB); *Ulva lactuca* (UL) e *Enteromorpha intestinalis* (EI), e consequentemente uma maior germinação das sementes de trigo em ambiente controlado. Assim sendo, a resistência à salinidade se torna uma característica fundamental, tendo em vista que a maioria dos solos em torno de 6% da superfície terrestre é acometido pelos efeitos tóxicos do sal, reduzindo a produção de diversas culturas de interesse comercial (RAI et al., 2017).

Para o tempo médio de germinação houve diferença significativa nas áreas 1 e 3 ($P < 0,001$) e não houve na área 2 ($P > 0,340$). As sementes oriundas da cidade de Remígio (área 3) apresentaram um menor tempo de germinação, aproximadamente 5 dias, mesmo nas maiores concentrações de sais, conferindo assim um rápido início de germinação. As sementes oriundas da área 2 apresentaram um menor tempo de germinação quando a concentração salina foi maior, aproximadamente 6 dias em 8 dS m^{-1} . O efeito da salinidade no tempo de germinação foi relativamente positivo, com o aumento das concentrações, a germinação ocorreu em um tempo mais curto, porém não se pode descartar que a resposta fisiológica da planta acontece de forma distinta, dependendo da fase vegetativa (STROGONOV, 1964).

Os dados referentes ao comprimento de plântulas se encontram na Figura 7E, observa-se que houve interação significativa das três áreas estudadas, Tacima ($P < 0,001$), Bananeiras ($P < 0,027$) e Remígio ($P < 0,004$) (Figura 7E). As plântulas provenientes de sementes da área 1 apresentaram os maiores valores de comprimento, na concentração de $5,41 \text{ CE (dS m}^{-1})$, com valores de até 15 mm de comprimento; as plântulas da área 3 passaram de 15mm na concentração de $1,125 \text{ CE (dS m}^{-1})$, para 20mm à medida que a concentração de sal passou para 8 dSm^{-1} .

As plântulas de *C. jamaru* no ato da germinação, evidenciaram radícula, no entanto, não desenvolveram seu sistema radicular de forma que fosse viável sua mensuração, tal fenômeno pode ter ocorrido devido à influência de NaCl^+ nos meios, impedirem o seu crescimento. Kaya et al., (2003) acreditam que as raízes, por estarem em contato direto com os sais do solo, são afetadas com mais facilidade, sendo essas, uma das mais importantes características, em se tratando de estudos que circundem a salinidade. Hadj & Sadok et al., (2008) observaram o extrato de cactáceas e registraram em seus estudos que as plantas de *Opuntia ficus-indica* são ricas em compostos de cálcio, potássio,

ferro e fósforo. A produção de tais compostos avoluma o desempenho das plantas de maneira fundamental, promovendo crescimento vegetal e a redução dos efeitos do sal na planta (EGAMBERDIEVA 2009; KAYA et al., 2009).

No diâmetro de plântulas (Figura 7F), não houve interação significativa nas áreas 2 ($P < 0,951$) e 3 ($P < 0,123$) com exceção da primeira área ($P < 0,001$), onde foram registradas plântulas com até 2,3cm de diâmetro em uma condutividade elétrica de 3,75 CE (dS m^{-1}). Apesar das plântulas da área 3 possuírem um elevado comprimento mesmo na máxima concentração de sal, estas plântulas detêm de um diâmetro reduzido à medida que a salinidade foi aumentada passando de 2,7mm (1 dSm^{-1}) para 1,5 (8 dSm^{-1}). As plântulas de *C. jamacaru*, assim como outros *cactus*, apresentam-se túrgidas com minúsculos cladódios suculentos, desde as primeiras fases de crescimento (Figura 8). A *Opuntia ficus-indica*, a exemplo, possui precursores, como o *triptofano*, produzindo AIA *Ácido indolacético*, promovendo o alongamento celular em organismos vegetais, sendo seu efeito distinto em organismos animais, funcionando como regulador de crescimento (El-MOSTAFA et al., 2014), o que diligencia estudos mais profundos a respeito da espécie trabalhada. Esses resultados corroboram com os observados por Cavalcante et al., (2008), onde o diâmetro das haste de Pitaya (*Hylocereus undatus*) submetido a estresse salino foi afetado progressivamente à medida que se aumentou a concentração salina, ocorrendo uma redução de 32% (DP cm) em 4,0 CE dS m^{-1} , seus efeitos foram observados visualmente com a perda da suculência; essa resposta compactua com a argumentação proposta por Kashem et al., (2000), onde a suculência de plantas xerófilas é afetada pela redução do potencial osmótico, como consequência a planta é privada de receber água do meio extracelular. Murillo-Amador et al., (2001) ao testar seis níveis de concentrações salinas (0, 2, 5, 10, 13, 18, e 21 dS m^{-1}) em plantas de *Opuntia* já em fase vegetativa, observaram que a área dos cladódios se mantiveram estáveis até a concentração de 5 CE dS m^{-1} , mas, foi severamente prejudicada entre as concentrações 13 e 21 CE dS m^{-1} . Não obstante, deve-se acatar também, às concentrações utilizadas, o fato da concentração máxima de sal (8 dS m^{-1}) não apresentar efeito negativo no presente trabalho (1,3; 1,5 e 1,6 mm) nas áreas 1, 2 e 3, respectivamente, pode estar concernente aos níveis de NaCl^+ utilizados, e essas atuarem numa faixa de condutividade osmoticamente verossímil pela planta, servindo como reserva de uso inicial após a germinação, lamentavelmente não foi possível quantificar os níveis de Na^+ e Cl^+ no material após o final do experimento. Em contrapartida, Murillo-Amador et al., (2001) em seu trabalho com *Opuntia* atentaram para o teor de sódio em cladódios jovens ($n = 30$, $r = 0.36$, $P < 0.05$), estando menor quando comparados com cladódios mais

velhos ($n= 30$, $r= 0.87$, $P < 0.001$), por conseguinte, pode-se perceber que o Na^+ possui maior mobilidade nos cladódios mais velhos. Nerd et al., (1991); Nerd et al., (1993), ao verificarem a persistência de quatro espécies de *cactus*, dentre elas o gênero *Cereus*, em quatro sítios desérticos, notaram que a concentração de íons de Na^+ e Cl^- foram substancialmente superior, mormente ao que se diz respeito ao sistema radicular, *Cereus peruvianus* (Níveis de Na^+ 0.323 ± 0.046 - Qetura / 0.539 ± 0.084 –Neot Hkikar / 0.176 ± 0.026 –Ramat Neveg / 0.078 ± 0.019 – Besor) (NERD et al., 1993). Dessa forma, sendo, mais velhas as raízes, estas vão se tornando mais ativas, ocorrendo um maior acúmulo de íons de Na^+ que são captados pelo sistema radicular.

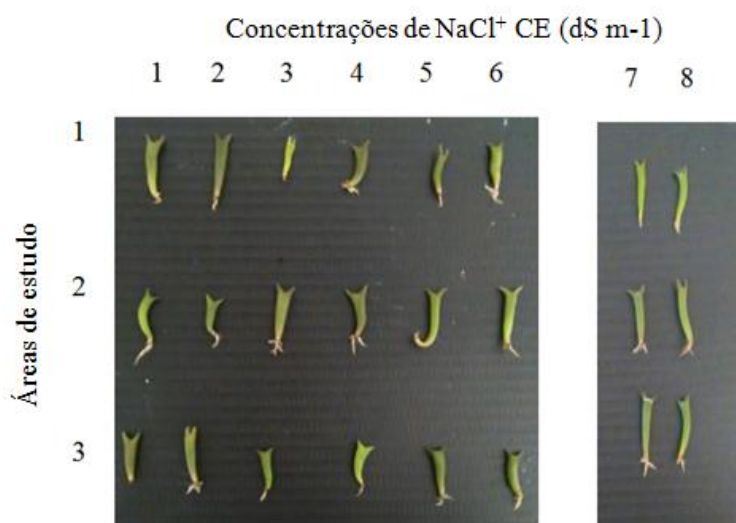


Figura 8. Plântulas de *Cereus jamacaru* P. DC. após serem submetidas a oito níveis de concentrações salinas

Considerando a variável Massa fresca de planta, houve interação nos materiais provenientes das três áreas, área 1 ($P < 0,002$), e as áreas 2 e 3 ($P < 0,001$) (Figura 7G), sendo que as plantas provenientes da área 1 (Tacima, PB), obtiveram o maior valor de massa verde na CE de $4,90 \text{ dS m}^{-1}$ com $40,09\text{g}$, reduzindo, em seguida, à medida que aumentou a CE ($20 \text{ g } 8 \text{ dSm}^{-1}$). Na área 2 (Bananeiras) houve um decréscimo na massa das plântulas com o aumento da salinidade, passando de 17g na CE de 1 dSm^{-1} para 39g na CE de 8 dSm^{-1} . Da mesma forma, na área 3 (Remígio), a massa fresca foi favorecida com o aumento da condutividade da água ($19 \text{ g } 1 \text{ dSm}^{-1}$ para 37g em 8 dSm^{-1}). Murillo-Amador et al., (2001) avaliando a suculência das plântulas de *Opuntia* em diferentes concentrações de sais observaram maiores valores na menor concentração salina (2 CE dS m^{-1} ; 1000) e

menor valor na maior concentração (10 CE dS m⁻¹; 200), seguindo um padrão típico, com o aumento da salinidade. As plântulas de *C. jamacaru* apresentam-se vigorosas do ponto de vista de suculência, isso por que quanto maior o peso de matéria verde das plântulas, melhor é o indicador da mesma se tornar uma planta vigorosa (OLIVEIRA et al., 2009). Morales et al., (2015) ao investigar a germinação e a produção de biomassa de *Pachycereus pecten-aboriginum* adotaram de forma similar, tratamentos com seis níveis de NaCl⁺ (0,11; 2,03; 4,00; 6,03; 8,03 e 10,07 dS m⁻¹), e registraram efeito negativo nos níveis salinos em relação a biomassa das plantas (8,03 dS m⁻¹ com 11,18 mg BM); Azza et al., (2007) respaldam tais resultados, evidenciando que os mecanismos de germinação são inibidos pela insuficiente absorção de água, não obstante, possa ter também efeito tóxico. Todavia, os dados de massa fresca superam expectativa, encontrando-se resultados que asseguram padrão de vigor aceitável.

Quanto maior o peso médio de uma plântula no índice de matéria seca, mais vigorosa é a planta (NAKAGAWA, 1999), portanto, sementes mais vigorosas proporcionam maior transferência de massa de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, sobretudo na fase de germinação e, com isso, o surgimento de plântulas com maior peso. Com base na Figura 7H, observa-se que não houve interação significativa, sendo que o NaCl⁺ não interferiu na transferência de reserva para o eixo embrionário, talvez pelo fato das plântulas ainda estarem muito tenras, de modo que o sal não pôde exercer nenhum efeito sobre a planta, nessa variável.

Por conseguinte, com as variáveis, umidade de plântula (UP) e conteúdo relativo de água (CRA), pode-se delinear o efeito do sal no crescimento inicial das plântulas. No que tange à umidade de plântula (Figura 7I), houve diferença significativa para todas as áreas, áreas 1 e 3 (P <0,001), com exceção da área 2 (P <0,166), não havendo interação significativa. A umidade das plântulas está intimamente relacionada à quantidade de água, haja vista que as plantas de *C. jamacaru* possuem em seus cladódios, quantidades de água consideravelmente elevadas. As plântulas da área de Tacima, PB, (área 1), na concentração de 5 CE (dS m⁻¹) obtiveram maior umidade (42%) reduzindo, a partir desse nível, até 20% no máximo de salinidade 8 dSm⁻¹. As demais áreas tiveram as plântulas com maior quantidade de água à medida que aumentou as CE da água de irrigação. Mesmo assim a área 2 não se ajustou ao modelo.

O conteúdo relativo de água (CRA) das plântulas da área 1 cresceu até uma CE de 4 dSm⁻¹ (90%), à medida que a concentração de sal aumentou a água teve uma leve redução (75% 8 dSm⁻¹). As plântulas da área 2 apresentaram um conteúdo relativo de água de 90%

na CE de 8 dSm^{-1} (Figura 7J) propondo que os materiais das áreas não denotam a mesma aptidão de retenção de água nas células, em condições de disponibilidade hídrica.

Segundo Lira (2016) a redução da capacidade do acúmulo de água, afeta o sistema nutricional das plantas causando dispêndios no transporte de carboidratos, aminoácidos e proteínas nos órgãos. Ferraz et al., (2015) constataram em seu trabalho com mamão (*Carica papaya*), uma significativa redução no conteúdo relativo de água, com o aumento da salinidade. Para o *Cereus jamacaru*, as porcentagens de CRA para as áreas 2 e 3, compreenderam um efeito singular, à medida que as menores concentrações apresentaram uma redução para essa variável, restabelecendo-se a absorção de água a partir de $3,50 \text{ CE}$ (dS m^{-1}). A deficiência hídrica pelo efeito do sal promove uma simulação de seca fisiológica provocando alterações anatômicas o que interfere diretamente na taxa respiratória e na absorção de água pela planta (MATOS et al., 2013).

4 Conclusão

Sementes de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) de áreas distintas apresentam germinação constante mesmo na presença de sal;

O mandacaru (*Cereus jamacaru*) se mostra resistente à salinidade até uma concentração de 5 dS m^{-1} , sem ocasionar efeitos na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas, alcançando porcentagens de germinação acima do previsto, podendo ser considerada uma espécie Halotolerante;

Os valores elevados de massa verde das plântulas denotam um padrão de vigor aceitável ante ambientes salinos, equivalentemente, o sal não interferiu na transferência de reserva de massa das plântulas, não alterando sua massa seca. Todavia, os valores de conteúdo relativo de água (CRA) não foram uniformes para as três áreas, evidenciando que a capacidade de retenção de água é distinta, o que remete ao comportamento das plântulas diante de situações de estresse hídrico;

As sementes das áreas 2 e 3 (Bananeiras e Remígio), respectivamente, se mostram mais vigorosas quanto as variáveis primeira contagem de germinação, comprimento de plântulas e massa seca, sendo essas áreas indicadas para colheita de frutas de mandacaru para multiplicação da espécie em áreas salinas.

Assim, a alta capacidade germinativa das sementes sob influência do fator salinidade, favorece a ocorrência e a ampla distribuição da espécie no ambiente.

5 Referências

ABBAD, A. M. E. HADRAMI, A. BENCHABANE, A. Germination responses of the Mediterranean Saltbush (*Atriplex halimus* L.) to NaCl treatment. **Journal Agronomy**, v. 3, n.2, p. 111-114, 2004.

KARIM, A. UTSUNOMIYA, N. SHIGENACA, S. Effects of sodium chloride on germination and growth of hexaploid triticale at early seedling stage. **Japanese Journal Crop Science**, v. 61, n. 2, p. 279-284, 1992.

ARAÚJO, J. L. O. **Mobilização de reservas durante o crescimento pós-germinativo em girassol sob estresse salino e osmótico aplicados de forma isolada e combinada.** Mossoró. Dissertação (Mestrado em Agronomia: fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural do Semiárido- UFRSA. 2013.

AZZA, M. FATMA, E. FARAHAT, M. M. Responses of ornamental plants and woody trees to salinity. **World Journal Agricultural Science**, v. 3, p. 386-395, 2007.

BERNARDES, R. S. A. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatória* Mart.) submetidas ao aumento de temperatura.** Manaus. Dissertação (Mestrado em Botânica). Programa de Pós-Graduação em Botânica. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia- INPA. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992.

BREEN, C. P. EVERSON, C. ROGERS, K. Ecological studies on *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth with particular reference to salinity and inundation. **Hydrobiologia**, v. 54, p. 135- 140, 1997.

BUCKERIDGE, M. S. AIDAR, M. P. M. TINÉ, M. A. S. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G. BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do básico ao aplicado.** Porto Alegre, p. 163- 188, 2004.

CALVET, A. S. F. PINTO, C. M. LIMA, R. E. M. MAIA-JOCA, R. P. M. BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-caupi Irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de desenvolvimento. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 148-159, 2013.

CARVALHO, D. B. CARVALHO, R. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. Maringá. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 489-794, 2009.

CAVALCANTE, I. H. L. BECKMANN, M. Z. MARTINS, A. B. G. GALBIATTI, J. A. CAVALCANTE, L. F. Water Salinity and Initial Development of Pitaya (*Hylocereus undatus*). **Internacional Jornal of Frut Science**, v.7, n. 3, 2008.

CAVALCANTI, N. B. RESENDE, G. M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* RITTER), XiqueXique (*Pilosocereus gounellei* A. WEBER EX K. SCHUM. BLY. EX ROWL). e Coroa-de-Frade (*Melocactus bahiensis* BRITTON & ROSE). **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 20, n. 1, 2007.

CHEN, B. H. YANG, H. L. LI, X. Z. ZHOU, J. G. Variation characteristics of soilwater-soluble salts of large plantic house vegetable field for different cultivation year. **Jornal Soil Walter Conservation**, v. 26, n.1, p. 241-245, 2012.

COELHO, J. B. M. BARROS, M. F. C. BEZERRA NETO, E. SOUZA, E. R. Ponto de murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.708-713, 2014.

EGAMBERDIEVA, D. Alleviation of salt stress by plant growth regulators and IAA producing bacteria in wheat. **Acta Physiol Plantarum**, v. 31, p. 861–864, 2009.

EL-MOSTAFA, K. EL-KHARRASSI, Y. BADREDDINE, A. ANDREOLETTI, P. VAMECQ, J. EL-KEBBAJ, M. H. S. LATRUFFE, N. LIZARD, G. NASSER, B. MALKI,

M. C. Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease. **Molecules**, v. 19, n. 9, p. 14879-14901, 2014.

EL-TAYEB, M. A. Response of barely grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. **Journal Plant Growth Regulation**, v. 45, n.3, p. 215-224, 2005.

FASSBENDER, H. W. & BORNEMISZA, E. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura**. p. 240, 1987.

FERRAZ, R. L. S. MAGALHÃES, I. D. BELTRÃO, Na. E. M. MELO, A. S. BRITO NETO, J. F. ROCHA, M. S. R. Photosynthetic pigments, cell extrusion and relative leaf water content of the castor bean under silicon and salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n. 9, p. 841–848, 2015.

HADJ SADOK, T. A. I. D. F. BELLAL, M. ABDUL, H. M. S. Composition chimique des jeunes cladodes d' *Opuntia Ficus-indica* et possibilités de valorisation alimentaire. **Agricultura Stiinja si practicã**, v. 1, n. 2, p. 65-66, 2008.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11/02/2018.

KASHEM, M. A. SULTANA, N. IKEDA, T. HORI, H. LOBODA, T. MITSUI, T. Alteration of starch-sucrose transition in germinating wheat seed under sodium chloride salinity. **Jornal Plant Biology**, v. 43, n. 3, p. 121-127, 2000.

KAYA, M. D. OZTURK, A. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamu stinctorius* L.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 4, n. 27, p. 221-227, 2003.

LEAL SALES, M. S. MARTINS, L. V. SOUZA, I. MEIRELES DE DEUS, M. S. PERON, A. P. *Cereus jamacaru* DE Candolle (*cactaceae*), o mandacaru do Nordeste brasileiro. UEPG. Ponta Grossa, **Ciências Biológicas Saúde**, v. 20, n. 2, p. 135-142, 2014.

LIMA, J. L. L. **Plantas forrageiras das caatingas - usos e potencialidades**. Petrolina - PE: Embrapa - PATSA/PNE/RBG-KEW. p. 44, 1996.

LIMA, R. K. O. FILHO, S. M. Germinação de *Cereus jamacaru* DC. sob efeitos de fatores abióticos. **XXXVI Encontro de Iniciação Científica**. Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, 2017.

LIRA, E. H. A. Mobilização de reservas durante o estabelecimento de plântulas de pinhão manso submetidas ao estresse salino. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias. Campina Grande – PB. 2016.

MAAS, E. V. HOFFMAN, G. J. Crop Salt Tolerance - Current Assessment. New York, **ASCE Journal Irrigation Drainagen Divisuon**, v. 103, n. 2, p. 134, 1977.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARQUES, E. C. FREITAS, V. S. BEZERRA, M. A. PRISCO, J. T. GOMES-FILHO, E. Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 993-999, 2011.

MATOS, F. S. ROCHA, E. C. CRUVINELL, C. K. L. RIBEIROLL, R. A. RIBEIROLL, R. P. TINOCOLL, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 37 n. 4, p. 947-954, 2013.

MEIADO, M. V. ROCHA, E. A. ROJAS-ARÉCHIGA, M. LEAL, I. Comunidad de cactus en la Caatinga: que influencia la dinámica de semillas en el ambiente semiárido? **Boletín De La Sociedad Latino americana Y Del Caribe De Cactáceas Y Otras Suculentas**, v. 5, nº. 4, 2008.

MEIADO, M. V. Ecofisiologia de *Enterolobium* Mart. e suas relações com os insetos. **Monografia**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco. 2005.

MEIADO, M. V. Germinação de Cactos do Nordeste do Brasil. (**Tese de Doutorado**) Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal. UFPE. Recife – PE. 2012.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environment**. v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

MURILLO-AMADOR, B. CORTEÂS-AVILA, A. TROYO-DIEÂGUEZ E. NIETO-GARIBAY, A. JONES, H. G. Effects of NaCl Salinity on Growth and Production of Young Cladodes of *Opuntia ficus-indica*. **Jornal Agronomy & Crop Science**. v. 187, 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999.

NASCIMENTO, J. P. B. SIQUEIRA FILHO, J. A. MEIADO, M. V. Comportamento germinativo de sementes de *Discocactus* (cactaceae) submetidas a estresses hídrico e salino. **64º Congresso Nacional de Botânica**. Belo Horizonte, 10-15 de Novembro de 2013.

NERD, A. A, KARADI. Y. M. Salt tolerance of prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*). **Plant Soil**. 1993.

OLIVEIRA, A. C. S. MARTINS, G. N. SILVA, R. F. VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no Desempenho de plântulas. **Inter Science Place. Revista Científica Internacional**, n. 4, Janeiro, 2009.

PODDA, L. SANTO, A. LEONE, C. MAYORAL, O. BACCHETTA, G. Seed germination, salt stress tolerance and seedling growth of *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae), invasive species in the Mediterranean Basin. **Revista Flora**, v. 229, p. 50-57, 2017.

RAI, A. W. CHERIF, A. CRUZ, C. NABTI, E. Extracts From Seaweeds and *Opuntia ficus-indica* Cladodes Enhance Diazotrophic - PGPR Halotolerance, Their Enzymatic

Potential, and Their Impact on Wheat Germination Under Salt Stress. **Soil Science Society**, v. 28, n. 2, p. 1-17, 2017.

ROJAS-ARÉCHIGA, M. MANDUJANO, M. C. Avances en lós estudios sobre lagrminación de cactáceas mexicanas. In: Loiola M. I. B. Baseis I. G. & Lichston J. E. (eds). **Atualidades, Desafios e Perspectivas da Botânica no Brazil**. Imagem Gráfica, Natal, p. 460–462, 2008.

SALLES, H. G. Expressão morfológica de sementes e plântulas. *I Cephallocereus fluminensis* (Miq) Britton & Rose (*Cactaceae*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, p. 73- 81, 1987.

SANTOS, L. S. & ALVES, S. M. Natureza Química dos Agentes Aleloquimicos Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais. Belém, **Embrapa Amazônia Oriental**. In: Souza-Filho, A. P. S. & Alves, S. M. (Eds.). p. 25-47, 2002.

SANTOS, V. L. M. CALIL, A. C. RUIZ, H. A. ALVARENGA, E. M. SANTOS, C. M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 189-194, 1992.

SOUZA LIMA, M. G. LOPES, N. F. MORAES, D. M. ABREU, C. M. Qualidade Fisiológica de Sementes de Arroz submetidas a Estresse Salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 54-61, 2005.

SOUZA LIMA, M. G. LOPES, N. F. MORAES, D. M. ABREU, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 54-61, 2005.

STROGONOV B. P. Physiological basis of salt tolerance of plants. **Program Sci. Transl.** p. 229, v. 24, Jerusalem, Israel. 1964.

TAMBELINI, M. PEREZ, S. C. J. G. Efeito do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 226-232, 1998.